THÈSE

POUR

LE DOCTORAT EN MÉDECINE

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

ANNÉE 1916 — THESE — N° —

POUR

LE DOCTORAT EN MÉDECINE

PAR

A. BERNARD

Ex-Interne des Hôpitaux de Lille
Prosecteur d'Anatomie
Lauréat des Hôpitaux de Lille
Lauréat de la Faculté libre de Médecine de Lille
1907-1908–1909-1910
Prix des Anciens Étudiants (1912)

Hygiène aux Armées

CANTONNEMENTS ET TRANCHÉES

Président : M. A. ROBIN, *professeur*

PARIS
JOUVE & Cie, ÉDITEURS
15, RUE RACINE, VIe

1916

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

LE DOYEN, M. LANDOUZY

ASSESSEUR : G. POUCHET

PROFESSEURS

	MM.
Anatomie	NICOLAS
Physiologie	Ch. RICHET
Physique médicale	WEISS
Chimie organique et Chimie générale	DESGREZ
Parasitologie et Histoire naturelle médicale	BLANCHARD
Pathologie et Thérapeutique générales	ACHARD
Pathologie médicale	WIDAL TEISSIER
Pathologie chirurgicale	LEJARS
Anatomie pathologique	Pierre MARIE
Histologie	PRENANT
Opérations et appareils	Auguste BROCA
Pharmacologie et matière médicale	POUCHET
Thérapeutique	N.
Hygiène	CHANTEMESSE
Médecine légale	N.
Histoire de la médecine et de la chirurgie	LETULLE
Pathologie expérimentale et comparée	ROGER
Clinique médicale	DEBOVE LANDOUZY GILBERT CHAUFFARD
Maladies des enfants	HUTINEL
Clinique des maladies mentales et des maladies de l'encéphale	Gilbert BALLET
Clinique des maladies cutanées et syphilitiques	GAUCHER
Clinique des maladies du système nerveux	DEJERINE
Clinique chirurgicale	DELBET QUENU N. HARTMANN
Clinique ophtalmologique	De LAPERSONNE
Clinique des maladies des voies urinaires	LEGUEU
Clinique d'accouchements	BAR COUVELAIRE RIBEMONT-DESSAIGNES
Clinique gynécologique	POZZI
Clinique chirurgicale infantile	KIRMISSON
Clinique thérapeutique	Albert ROBIN
Hygiène clinique de la première enfance	MARFAN

AGRÉGÉS EN EXERCICE

MM.			
ALGLAVE	GUILLAIN	LOEPER	ROUSSY
BERNARD	JEANNIN	MAILLARD	ROUVIERE
BRANCA	JOUSSET (A.)	MOCQUOT	SAUVAGE
BRUMPT	LABBÉ (H.)	MULON	SCHWARTZ (A.)
CAMUS	LAIGNEL-LAVASTINE	NICLOUX	SICARD
CASTAIGNE	LANGLOIS	NOBECOURT	TANON
CHAMPY	LECENE	OKINCZYC	TERRIEN
CHEVASSU	LEMIERRE	OMBRÉDANNE	TIFFENEAU
DESMAREST	LENORMANT	RATHERY	VILLARET
GOUGEROT	LEQUEUX	RETTERER	ZIMMERN
GRÉGOIRE	LEREBOULLET	RIBIERRE	
GUENIOT	LERI	RICHAUD	

Par délibération en date du 9 décembre 1798, l'École a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui seront présentées doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'elle n'entend leur donner aucune approbation ni improbation.

A LA MÉMOIRE DE MA GRAND'MÈRE

A MES CHERS PARENTS

A Monsieur le Médecin-Inspecteur LEMOINE

Professeur d'Hygiène à l'École d'application du Service de Santé militaire du Val-de-Grâce

Membre du Conseil supérieur d'Hygiène de France

Officier de la Légion d'honneur

A la Mémoire

de Monsieur le Professeur DESPLATS

A la Mémoire

de Monsieur le Professeur RÉDIER

A la Mémoire

de Monsieur le Professeur DERVILLE

A la Mémoire de Monsieur le Chanoine LECIGNE

Professeur à la Faculté libre des Lettres de Lille

A Monsieur le Docteur DELASSUS

Doyen de la Faculté libre de Médecine de Lille
Professeur de Clinique chirurgicale
Chevalier de l'Ordre de Saint-Grégoire-le-Grand

A Monsieur le Docteur DURET

Membre associé de l'Académie de Médecine de Paris
Membre correspondant de la Société de Chirurgie de Paris
Professeur de Clinique chirurgicale
Commandeur de l'Ordre de Saint-Grégoire-le-Grand

A Monsieur le Docteur VOITURIEZ

Professeur de Clinique obstétricale et gynécologique

A Monsieur le Docteur FAUCON

Professeur de Médecine opératoire
Membre correspondant de l'Académie Royale
de Médecine de Belgique
Chevalier de l'Ordre de Saint-Grégoire-le-Grand

A Monsieur le Docteur ROGIE

Professeur d'Anatomie
Chevalier de l'Ordre de Saint-Grégoire-le-Grand

A Monsieur le Docteur CAMELOT

Professeur de Pathologie externe

A Monsieur le Docteur THILLIEZ

Professeur de Clinique ophtalmologique

A Monsieur le Docteur AUGIER

Professeur de Clinique infantile
Chevalier de l'Ordre de Saint-Grégoire-le-Grand

A Monsieur le Docteur BALTUS

Professeur de Physiologie
Chevalier de l'Ordre de Saint-Grégoire-le-Grand

A Monsieur le Docteur GUERMONPREZ

Professeur de Thérapeutique et de Matière médicale
Chevalier de la Légion d'honneur

A Monsieur le Docteur LAVRAND

Professeur de Pathologie interne
Chevalier de l'Ordre de Saint-Grégoire-le-Grand

A Monsieur le Docteur LEMIÈRE

Professeur d'Hygiène et de Bactériologie

A Monsieur le Docteur VOUTERS

Professeur de Clinique médicale

A Monsieur le Professeur BOSQUIER

A Monsieur le Professeur CALMETTE

Directeur de l'Institut Pasteur de Lille
Professeur d'Hygiène et de Bactériologie à la Faculté
de Médecine de Lille
Commandeur de la Légion d'honneur

A M. le Médecin-Major de 1re Classe GRYSEZ

Chevalier de la Légion d'honneur

A la Baronne James de ROTHSCHILD

A Monsieur le Docteur CALOT

Chirurgien en chef des Hôpitaux Rothschild, Cazin, de l'Oise,
du Dispensaire et de l'Institut orthopédique de Berck
Chevalier de la Légion d'honneur

MEIS ET AMICIS

A Monsieur le Professeur ALBERT ROBIN

Membre de l'Académie de Médecine
Médecin des Hôpitaux
Commandeur de la Légion d'honneur

HYGIÈNE AUX ARMÉES

CANTONNEMENTS ET TRANCHÉES

INTRODUCTION

Il importe, dit M. le médecin-inspecteur Lemoine dans l'avant-propos de son *Traité d'Hygiène*, que le médecin militaire se pénètre de cette vérité qu'il doit être avant tout un hygiéniste, et il rappelle que cette notion est aussi vieille que la guerre, puisque déjà Cambyse répondait à Cyrus qui se vantait d'avoir réuni les meilleurs médecins : « Vous auriez un plus noble soin si vous tâchiez de prévenir les maladies, si vous empêchiez qu'elles se répandent dans vos troupes. »

A cette vérité depuis si longtemps reconnue, la guerre actuelle est venue apporter une preuve nouvelle.

Jamais des effectifs aussi nombreux n'avaient été rassemblés pendant un temps aussi long dans des cantonnements resserrés, soumis à d'aussi longs efforts dans les conditions les plus favorables au

développement des affections contagieuses. Et cependant, malgré la fatigue, l'encombrement, la dépression morale, nous n'avons pas eu à enregistrer de ces épidémies qui décimaient les armées d'autrefois. L'état sanitaire de nos troupes est resté bon, meilleur parfois qu'en de certaines époques du temps de paix. C'est que les hygiénistes militaires veillaient. Leurs conseils, toujours écoutés par le commandement, leurs prescriptions clairement indiquées en de nombreuses circulaires et scrupuleusement indiquées par le Service de Santé, ont porté leur fruit. La vaccination contre la fièvre typhoïde a fait disparaître presque complètement cette maladie du cadre des affections constatées depuis le début de la guerre, la vaccination contre les paratyphoïdes donnera sans doute d'aussi bons résultats. La surveillance des eaux de boisson, leur stérilisation a été poursuivie de telle sorte que le soldat trouve partout, jusque dans les tranchées, une eau pure, exempte au moins de germes pathogènes. La désinfection des cantonnements, des tranchées, du champ de bataille, a été réglementée et méthodiquement entreprise. L'hygiène individuelle a été minutieusement surveillée.

Ce serait une entreprise trop vaste, trop au-dessus des ressources dont nous disposons actuellement, que d'exposer dans leur ensemble toutes les mesures d'hygiène et de prophylaxie qui ont été appliquées dans l'armée au cours de la guerre actuelle. Nous voudrions nous borner à dire ce qui a été fait à ce sujet dans les cantonnements de la zone des armées,

que nous avons été amené à parcourir depuis le début de la campagne.

La conduite des opérations de guerre a fait que, depuis de longs mois, les armées en présence ont stationné sur des positions fixes. Les unités se remplacent dans des cantonnements de repos, qu'elles ne quittent à tour de rôle que momentanément pour occuper des lignes de tranchées. Les cantonnements sont donc stables, même dans la zone de l'avant et leur aménagement a pu comprendre des travaux importants, des installations durables.

Dans ces conditions, le Service de Santé, en collaboration avec celui du Génie, a eu à résoudre de nombreux problèmes qui ne se posent pas dans la guerre de mouvement. Il a fallu prévoir et réaliser tout un ensemble d'aménagements capables d'assurer dans de bonnes conditions d'hygiène, la vie d'un grand nombre d'hommes réunis dans des agglomérations peu importantes, et où souvent l'hygiène était le moindre souci des municipalités.

Parmi tous ces problèmes, un des plus importants qui se présente le premier à l'esprit de l'hygiéniste militaire, est celui de l'eau, qui doit être distribuée aux hommes, en abondance et pure. Non moins capitale est la question de l'éloignement des matières usées (ordures ménagères, excrétions humaines). On conçoit, en effet, quel intérêt il y a à évacuer, en dehors des collectivités humaines, ces produits dont la nocivité est évidente et qui peuvent devenir le point de départ des maladies épidémiques. L'instal-

lation matérielle de l'homme, contribuant à son bien-être, facilitant son repos, n'est pas non plus à négliger puisqu'elle le met en état de résister plus facilement à l'agression des germes morbides ; d'où la nécessité de mettre à la disposition des unités au repos, des lavabos, des appareils à douche, de rendre aussi confortables que possible les tranchées, en les asséchant et les débarrassant des rats, par exemple. L'alimentation retiendra également l'attention de l'hygiéniste. Enfin, il ne devra pas oublier la nécessité qu'il y a, au point de vue de la prophylaxie, à dépister les premiers cas de toute maladie contagieuse et devra tenir compte de cette notion, quand il s'agira d'installer le cantonnement qui devra toujours posséder des infirmeries et des locaux d'isolement.

Tels sont les points qui retiendront plus particulièrement notre attention.

A propos de chacun d'eux, nous nous proposons d'indiquer dans les chapitres qui vont suivre ce qui peut et doit être fait, tant aux *cantonnements* de l'avant, que dans les *tranchées*, pour assurer l'hygiène de nos troupes de première ligne.

Mais, avant de commencer, nous voudrions, arrivé au terme de notre scolarité, profiter de cette circonstance pour dire toute notre reconnaissance à ceux qui nous ont aidé.

A nos parents bien-aimés d'abord : qu'ils accep-

tent la dédicace de ce modeste travail comme un gage de notre gratitude, pour leur dévouement de toutes les heures qui nous a permis d'achever le cycle de nos études.

C'est à Lille,en 1911, que nous avons eu l'honneur de connaître M. le médecin-inspecteur Lemoine, professeur d'hygiène au Val-de-Grâce. Depuis cette époque, et pendant cette campagne en particulier, il n'a cessé d'être notre guide. Non content de nous conseiller le sujet de cette thèse, il nous a permis de profiter, pendant que nous la rédigions, de son expérience. Nous ne saurions trop le remercier.

A nos maîtres de la Faculté catholique de Lille, que la brutalité de l'invasion a disséminés et séparés du berceau commun, nous adressons, en cette heure d'angoisse, nos souvenirs émus. Nous évoquons, avec une reconnaissance filiale, les enseignements qu'ils nous ont prodigués avec tant de science et de cœur.

Il nous a été donné aussi de profiter à Lille des leçons et des conseils de M. le professeur Calmette, directeur de l'Institut Pasteur de Lille, et de M. Grysez, médecin-major de 1re classe. Depuis de longues années, ils nous ont guidé dans l'étude de la bactériologie. Nous avons eu la bonne fortune de nous retrouver, à un moment de la campagne, voisin de M. Grysez. Il a pu ainsi continuer d'exercer sur nous une tutelle scientifique d'un prix inestimable.

Nous avons d'ailleurs eu le privilège de trouver,

au cours des pérégrinations que nous a imposées cette guerre, de très précieux concours.

Après les mois passés au régiment, nous avons pu profiter à Berck de savantes leçons, enrichies par les expériences de la guerre, d'un maître en orthopédie, M. le Dr Calot. Nous y avons reçu le plus bienveillant accueil de la fondatrice de l'hôpital auquel nous avons été attaché, Mme la baronne James de Rothschild, dont on sait la générosité inlassable.

Plus tard, à l'Ambulance 2/8 et au Laboratoire de la Ire armée, nous avons rencontré d'excellents camarades dont la sympathie nous a soutenu, de même que nous avons trouvé à la direction du Service de Santé de notre armée, une extrême bienveillance. Qu'il nous soit permis, en particulier, de remercier M. le médecin-major de 1re classe Dupuich, qui a bien voulu se souvenir de l'intérêt qu'il nous portait à Lille.

Puissions-nous y rencontrer bientôt, dans la chère ville libérée, les camarades d'internat avec qui nous formions, dans la franche gaieté de la salle de garde, de si beaux projets d'avenir!

Nous ne saurions trop remercier M. le professeur Robin, pour le grand honneur qu'il nous a fait en acceptant la présidence de notre thèse.

CHAPITRE PREMIER

EAU POTABLE

L'eau potable doit être distribuée aux hommes en abondance et dans un état de stérilité aussi parfait que possible.

Quantité et qualité, tels sont les deux termes du problème que doit avoir en vue l'hygiéniste militaire.

Voyons d'abord comment ce problème peut être résolu pour la zone des cantonnements.

Quantité d'eau. — Nous ne saurions mieux faire, pour montrer l'importance du travail que nécessite l'approvisionnement en eau d'une armée qui combat, que de rappeler ce qui a été fait à ce sujet depuis le début de la campagne, sur tout notre front, de la mer du Nord aux Vosges. Nous emprunterons ce qui va suivre à des rapports qui nous ont été communiqués par M. le médecin-inspecteur Lemoine.

On comprend l'importance, disent ces rapports, qu'il y a à multiplier les prises d'eau et à ne pas se

contenter de quelques points donnant de l'eau en abondance. Il faut que la distribution d'eau rayonne dans toutes les unités, et s'infiltre pour ainsi dire jusqu'aux éléments les plus avancés ; il faut, en somme, que chaque unité, pour ne pas perdre de temps, se fatiguer, s'exposer inutilement au feu de l'ennemi, trouve son eau sur place.

Pour multiplier les points d'eau, des forages et des puits ont été creusés aux endroits dépourvus d'eau ; les eaux non potables ont été stérilisées, qu'elles soient prises dans un puits, une rivière ou un étang ; enfin, dans les endroits où on n'a pu trouver de l'eau pure sur place, on en a amené, soit par voitures, bateaux, ou par des canalisations parfois très longues.

Il est de toute nécessité de connaître la géologie de la région où l'on veut installer des puits ou des forages. La connaissance de la constitution du terrain permet de prévoir si l'on rencontrera une ou plusieurs nappes aquifères et à quelle profondeur, si l'eau qu'on y trouvera sera pure. Elle sera pure en effet, si elle traverse des terrains sableux, elle ne le sera pas si elle parcourt des terrains calcaires fissurés.

Ainsi, on sait que dans l'Argonne il existe deux nappes aquifères : une première toujours souillée, située à moins de 20 mètres, une autre située à environ 80 mètres de profondeur, de bonne qualité, parce que mieux filtrée ; c'est dans cette dernière que l'on a puisé pour alimenter les troupes de cette région.

La connaissance des nappes aquifères permet de creuser à coup sûr et d'éviter les insuccès onéreux. Dans la région occupée par la n^e armée, une municipalité a dépensé 25.000 francs pour essayer de découvrir des sources, une autre 9.000 francs, mais en pure perte.

Avant donc de créer un point d'eau, il importe de s'enquérir de la nature du terrain, en consultant les cartes géologiques qui existent dans chaque région.

Le long de la mer du Nord, région sablonneuse, on trouve de l'eau pure à une faible profondeur, ainsi que le montrait l'exemple du sanatorium de Z... où l'eau sourd à raison de 20 à 30 mètres cubes d'eau par jour à 7 ou 8 mètres de profondeur (carte géologique de Dunkerque).

Les forages furent pratiqués au moyen de tubes creux de 0 m. 06 de diamètre, percés de trous à la partie inférieure et recouverts d'une toile métallique en cuivre à mailles serrées.

On pratiqua ainsi 30 forages, dont deux dans les tranchées de première ligne furent construits en deux nuits. L'eau est excellente ainsi que le montre l'analyse suivante :

Degré hydrotimétrique.....	21°
Chlorures,.....	35 mgr.
Ammoniaque.....	0 mgr. 02
Matières organiques en oxygène...	2 mgr. 7
Bactéries.....	150 au cmc.
Pas de bacille coli	

Dans la région au sud de l'Yser et au nord ouest d'Ypres, le sous-sol est formé d'argile ypressienne avec une nappe phréatique à faible débit, déjà insuffisante pour la population civile. On a dû y amener de l'eau pure par bateaux. En certains endroits où une couche de sable perfore l'argile, on a creusé des puits au nombre de trois, qui donnent une eau potable filtrée par le sable. L'analyse de l'eau donne :

Degré hydrotimétrique.....	44°
Nitrates.....	360 mgr.
Nitrites.....	Néant
Ammoniaque	Néant
Chlorures	164 mgr.
Matières organiques en o.....	5 mgr.
Bactéries.....	350 par cmc.
Pas de bacille coli.	

Dans la région comprise entre Béthune et Doullens (carte géologique d'Arras), il y a peu de sources à faible débit. La population civile s'alimente en eau dans des puits profonds de 30 à 40 mètres. Beaucoup de ces puits furent curés, aménagés au moyen de margelles et de pompes. De plus, 55 forages furent pratiqués à 30 mètres de profondeur dans la craie donnant 2 à 3.000 litres à l'heure, d'une eau potable dont l'analyse montre :

Degré hydrotimétrique.....	22°
Chlorures.....	21 mgr.
Ammoniaque albuminoïde....	Traces
Matières organiques.....	0 mgr. 85
Bacilles coli	50 coli par litre

A Arras, les sources du Vivier et plusieurs forages alimentent la ville en eau potable. Une usine située au quartier de M... n'a pas cessé de fonctionner malgré les obus qui sont tombés à proximité, ont détérioré le bâtiment et blessé des ouvriers, dont le contremaître. Si les machines ou chaudières étaient détériorées, une pompe avec moteur à essence, placée dans un abri blindé, permettrait de continuer le ravitaillement d'eau. Enfin des équipes de fontainiers réparent les conduites d'eau abîmées par les obus.

Entre Amiens et Reims, les troupes trouvent facilement de l'eau en abondance dans les vallées de l'Avre, de l'Oise, de l'Aisne et de leurs affluents. On a dû aménager plusieurs sources en les captant et en les entourant d'un périmètre de protection.

En Champagne, région réputée pour sa sécheresse, le terrain se compose d'une masse calcaire, non fissurée, jouant le rôle d'éponge. Les puits creusés dans cette région ont un faible débit de 2 à 3 mètres cubes par jour. Mais la Champagne est traversée par de nombreux ruisseaux qui sont : la Noblette, la Vesles, le Chenu, la Suippe, la Tourbe, la Bionne. Ces ruisseaux, comme le montrent les cartes géologiques (feuilles de Reims, Châlons, Verdun, Bar-le-Duc), sont entourés d'une couche d'alluvions importante, qui forme comme un filtre sur les deux rives. On a foré des puits dans ces alluvions à 15 mètres des rivières sur une profondeur de 4 à 5 mètres, et on peut prélever, en moyenne dans chacun d'eux, 20 à 40 mètres cubes d'eau par heure. Voici l'analyse

comparée des eaux d'un puits creusé près de la Vesles et des eaux de cette rivière :

	Puits	Rivière
Degré hydrotimétrique.....	22°	24°
Chlorures.....	23 mgr.	23 mgr.
Ammoniaque albuminoïde.....	0 mgr. 16	0 mgr. 24
Nitrates.....	0 mgr. 04	0 mgr. 10
Matières organiques en oxygène.	2 mgr. 40	3 mgr. 60

Dans l'Argonne, on rencontre de petites sources d'un faible débit émergeant d'une sorte d'argile nommée « gaize » ; on en a capté un grand nombre en les entourant d'un périmètre de protection.

Dans la Woëvre, existent de nombreux étangs et des puits dont l'eau est dangereuse pour la boisson. Pour remédier à cette situation, il n'y a pas autre chose à faire qu'à recourir à la stérilisation, car la mauvaise qualité des eaux est due à leur souillure par infiltration de matières fécales, détritus et matières putrescibles. Les hommes boivent de l'eau provenant des sources émergeant aux pieds des Hauts de Meuse et amenée soit par des voitures, soit par des tonneaux sur wagonnets circulant sur des voies Decauville.

En Lorraine, on se trouve en plein terrain calcaire fissuré. Les côtes qui le vallonnent en formant les Hauts de Meuse sont faites exclusivement de calcaire aux sommets, se transforment en calcaire marneux sur les pentes et reposent sur une base argileuse imperméable. L'eau de pluie tombe sur les plateaux, s'infiltre dans les fissures des terrains

calcaires et se collecte sur la base des côtes. Ces sources, à condition d'être bien captées, fournissent de l'eau potable en abondance.

A l'est des Hauts de Meuse, partie sud de la Woëvre, on ne trouve que des puits et des étangs. Les puits sont nombreux, privés ou publics, mais ils sont tous souillés par des infiltrations ou par le mode de puisage. L'aménagement de certains puits a donné plusieurs points d'eau potable. En principe, dans cette région, les troupes ne boivent que de l'eau préalablement filtrée. La plupart des cantonnements sont pourvus de tonneaux pour la javellisation. Dans deux endroits, on a été obligé d'amener l'eau au moyen d'adduction longue et coûteuse.

L'eau qui arrive à M... est puisée dans l'étang de H..., à 72 mètres du bord, et suit un trajet de 1.278 mètres dans des conduites en fonte de 40 millimètres de diamètre. Une partie de l'eau (20.000 lit. en quinze heures) sert aux ablutions des hommes, et à l'abreuvage des animaux, une seconde partie est filtrée pour l'alimentation. L'eau passe dans un premier filtre dégrossisseur, renfermant du coke brut ; elle retombe ensuite sur trois cuves à vendange, renfermant de bas en haut des couches successives de sable fin, de gravier, de charbon de bois pilé, de coke concassé. Enfin, l'eau est collectée dans des cuves protégées par des toiles contre les contaminations extérieures et pourvues de robinets. Le rendement total du filtre est de 5.000 litres pour les trois cuves et par quinze heures. Le prix de revient total est de

11.840 francs. Les analyses ont donné les résultats suivants : 5 milligrammes de matières organiques et 500 B. coli par litre dans l'eau de l'étang, moins de 2 milligrammes et 50 B. coli dans cette même eau après filtration.

A M..., un filtre improvisé comprenant également un traitement chimique de l'eau filtrée a été installé dans un poste de secours. L'eau est d'abord javellisée dans un premier tonneau, puis filtrée sur un lot de sable et de pierre dans un deuxième tonneau, et enfin collectée dans un troisième. Ce procédé serait excellent si la stérilisation se faisait dans le troisième tonneau, car l'eau risque de se contaminer à nouveau dans le tonneau collecteur.

A M..., existe ce que M. le médecin-inspecteur Lemoine (1) appelle « une installation urbaine de distribution d'eau dans les tranchées ». On utilise une source et un puits très abondant. L'eau est aspirée par une pompe, type Wortington, actionnée par un moteur électrique et refoulée dans des réservoirs de puisage de 35 à 45 mètres cubes, construits en ciment et recouverts d'un toit solide pouvant résister aux obus de gros calibres.

Quand la source ne donne pas suffisamment, on supplée au manque d'eau en en prenant au puits.

Des réservoirs de puisage, la pompe refoule l'eau dans un autre réservoir de 40 mètres cubes, situé à

1. *Paris médical*, avril 1916.

un niveau supérieur de 90 mètres. Une canalisation en tuyaux de fonte posée à 80 centimètres de profondeur, conduit cette eau jusqu'aux tranchées de deuxième ligne et la distribue par trois bornes-fontaines. La longueur est de 1.350 mètres. Une autre canalisation dessert les bivouacs du n^e^ régiment et a 1.700 mètres de long. Enfin, une troisième canalisation, branchée sur la conduite de refoulement aboutit aux bivouacs de ..., après un parcours de 1.150 m. et un relai dans un réservoir intermédiaire.

Au total, on a posé 5.000 mètres de canalisation. La consommation journalière est de 60 mètres cubes en hiver, de 100 mètres cubes au mois d'août.

Cette installation a coûté 28.000 francs, dont la plus grande partie représente l'achat des canalisations en fonte.

Un appareil automatique de stérilisation par l'hypochlorite lui a été adjoint (fig. 1).

Un flacon compte-goutte distributeur d'eau de Javel verse une quantité donnée d'hypochlorite dans un récipient à niveau constant, alimenté par la conduite de refoulement et se déversant dans la conduite d'aspiration. La quantité d'hypochlorite distribuée est celle qui est nécessaire pour stériliser le volume d'eau passant en une heure dans la conduite de refoulement ; c'est-à-dire que si le débit de la pompe est de 8 mètres cubes à l'heure et que chaque mètre cube nécessite l'addition de 72 gouttes d'eau de Javel pour être stérilisée, on règle le flacon distributeur de façon qu'il laisse écouler dans le récipient à niveau

constant 72 gouttes × 8, soit 576 gouttes par heure, ou 48 gouttes en cinq minutes.

En Alsace, les troupes sont alimentées par des puits, la plupart souillés ; des équipes spéciales sont chargées de les nettoyer et de les aménager avec des margelles et des pompes.

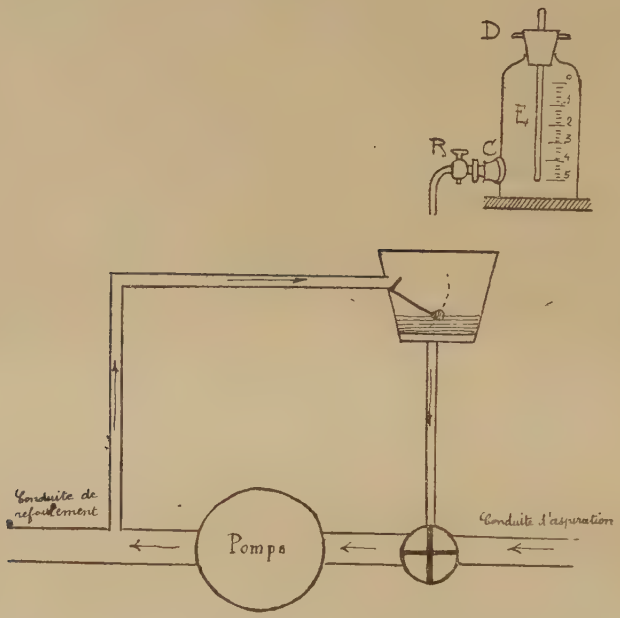


Fig. 1. — Schéma du dispositif de stérilisation de l'eau par javellisation

En résumé, sur tout le front, Service de Santé et Génie se sont efforcés de multiplier les points d'eau ; d'après le lieutenant-colonel Colmet d'Aage, on en avait aménagé 1.671 au 10 octobre 1915 ; 312 sources avaient été captées, 782 puits creusés et aménagés.

On a fourni un matériel considérable : 1.438 pompes

dont 3 mécaniques à vapeur ou à essence, et 273 pour puisement à grande profondeur.

QUALITÉ DE L'EAU

La quantité d'eau nécessaire à l'alimentation des troupes ayant été assurée, une question non moins importante, nous l'avons dit, reste à résoudre, celle de la qualité de ces eaux.

La recherche de la valeur chimique et bactériologique des eaux incombe dans la zone des armées à une série de laboratoires. Chaque corps d'armée et division isolée, chaque groupe de brancardier divisionnaire dispose d'un *laboratoire de toxicologie*. A chaque armée est adjoint un *laboratoire de chimie*. Les laboratoires de toxicologie possèdent un matériel suffisant pour effectuer une analyse chimique rapide de l'eau. Les laboratoires d'armée sont outillés pour faire des analyses plus précises.

Le plus souvent, l'appréciation portée sur une eau se base sur la comparaison des résultats fournis par les analyses chimiques faites par ces laboratoires, avec ceux que donnent l'expertise bactériologique.

Dans certains cas cependant, l'analyse chimique permet à elle seule de juger la valeur d'une eau. Nous nous rappelons avoir assisté à l'éclosion d'une petite épidémie à forme gastro-intestinale localisée dans

une unité alimentée en eau par une source. Cette source prenait naissance dans un terrain où à la suite de combats très meurtriers, de nombreux cadavres avaient été enterrés quelques mois avant. L'analyse chimique montra dans cette eau la présence de ptomaïnes, et l'évolution des cas chez les malades fit voir aussi que, seule, l'ingestion des ptomaïnes pouvait expliquer le syndrome clinique qu'ils présentaient.

L'utilité des analyses chimiques sera encore plus grande quand les armées, par suite de leur avance, seront appelées à occuper des cantonnements abandonnés par l'ennemi. L'empoisonnement des sources et des puits est un danger auquel nous devons nous attendre, étant données les méthodes barbares de faire la guerre adoptées par nos ennemis.

Les analyses bactériologiques sont plus difficiles à réaliser dans une armée en campagne. Il existe bien dans les G. B. C. un *laboratoire mobile de bactériologie* ; mais le matériel de ce laboratoire, nécessairement réduit en dimensions, se prête mal à des expertises un peu compliquées ; il ne possède qu'une seule étuve très petite, et la numération du coli, qui exige des cultures à 37 et à 41 degrés, est rendue presque impossible dans ces conditions. C'est au *laboratoire de bactériologie d'armée* plus stable et plus largement doté que revient, en pratique, le soin de toutes les analyses bactériologiques de l'eau à l'avant et dans la zone des étapes. Cette formation possède une voiture automobile qui lui permet d'aller dans

un rayon éloigné effectuer les prélèvements et de ramener les échantillons au laboratoire, dans des conditions satisfaisantes de temps et de température. On sait, en effet, qu'une analyse bactériologique d'eau ne donne des indications exactes, qu'autant qu'elle a été pratiquée très peu de temps après le prélèvement, sinon, la multiplication des germes intervient et fausse les résultats. Il est des cas, cependant, où les prélèvements ne peuvent être faits que la nuit ; le transport par automobile, bien que possible, est alors difficile ; il devient tout à fait impraticable quand l'eau ne peut être recueillie que la nuit dans une tranchée de première ligne. Il est, d'autre part, impossible d'effectuer l'envoi des échantillons dans de la glace, comme cela se pratique en temps de paix. Pour tourner cette difficulté on peut, comme cela a été fait au laboratoire de la n^e^ armée, adopter la technique suivante.

On sait que la numération du coli repose sur les principes suivants : on répartit au laboratoire dans des milieux spéciaux des quantités croissantes de l'eau à analyser ; autant de fois la plus petite quantité d'eau ensemencée et ayant donné lieu au développement d'une culture de coli sera contenue dans un litre, autant il y aura de coli par litre. Si, par exemple, après avoir ensemencé 1/2, 1, 5 centimètres cubes d'eau, on trouve du coli dans 1 et 5 centimètres cubes et pas dans 1/2, on dira qu'il y a au moins 1 coli par centimètre cube, par suite, au moins 1000 par litre.

Il est possible de faire cette division de l'eau à analyser en quantités croissantes à la source même, à condition de ne pas vouloir en prélever des volumes trop petits.

Dans ce but, le laboratoire prépare une série de tubes stérilisés sur lesquels sont marqués par un trait de couteau à verre, ou par une étiquette, les volumes d'eau que l'on veut prélever. Cette série sera, par exemple, de six tubes. Le premier porte un trait indiquant jusqu'où il faut verser de l'eau pour y renfermer 2 centimètres cubes, le deuxième porte un trait à 5 centimètres cubes, le troisième à 10, le quatrième à 20, le cinquième à 40, et le sixième à 150 centimètres cubes. Ces tubes, une fois remplis jusqu'aux traits indicatifs, sont rapportés au laboratoire, sans qu'il soit besoin de prendre de précautions spéciales.

La mise en culture de l'eau renfermée dans chacun d'eux permet de dire, comme nous l'avons vu plus haut, quel est le plus petit volume dans lequel existe du coli et d'en déduire ce taux maximum du coli par litre.

Cette méthode ne permet en réalité que la recherche du coli, mais l'importance de la présence et de la plus ou moins grande abondance de ce germe dans l'eau permet de porter sur elle un jugement suffisant au point de vue bactériologique.

Les laboratoires de chimie et de bactériologie fournissent à l'hygiéniste militaire un certain nombre de données, mais ces données sont difficiles à interpréter.

APPRÉCIATION DE LA QUALITÉ DE L'EAU

Alors qu'en temps de paix il est recommandé de ne porter un jugement sur une eau qu'après une série d'analyses pratiquées dans différentes conditions de saisons, de température, de pluie ou de sécheresse, parce que la constance de la minéralisation et de la teneur en germes d'une eau est l'indice primordial de la bonne qualité, l'expert chargé d'apprécier l'eau d'un cantonnement n'aura à sa disposition que les résultats d'une seule analyse ; souvent ces résultats seront contradictoires. Une eau que la bactériologie aura déclarée douteuse ou mauvaise sera considérée comme potable par l'expert chimiste. Force sera à l'hygiéniste militaire de s'entourer d'autres renseignements ; il procédera de la façon suivante : une analyse chimique rapide, qui peut être faite en quelques heures, sera demandée au pharmacien du laboratoire de toxicologie le plus proche. Cette analyse devra porter sur toutes les fontaines, tous les puits publics du cantonnement ; elle permettra, dans la majorité des cas, de trouver quelques points d'eau pure ou tout au moins potable. Ces points d'eau seront l'objet d'une enquête locale qui portera sur les alentours et les abords immédiats des sources ou des puits, sur la proximité des habitations, des fosses d'aisance, des fumiers, de toute cause en un mot

capable d'amener la souillure de l'eau. Cette enquête fera éliminer parfois, momentanément tout au moins, une source ou un puits ayant donné à l'analyse une eau pure, mais qui, cependant, court le danger d'être promptement contaminée.

Il ne faut cependant pas attacher à l'enquête locale une importance trop grande. Nous citerons le cas de la source alimentant la ville de P... Cette source est située au milieu d'un bois, où des combats importants ont été livrés pendant plus d'une année. De nombreux cadavres ont été enterrés au voisinage et cependant une première analyse chimique et bactériologique en avait déclaré l'eau d'excellente qualité. Ces analyses furent recommencées à plusieurs reprises et donnèrent toujours les mêmes résultats. Il est bien évident que la nappe souterraine donnant naissance à la source de P... n'avait pas été contaminée, en dépit des circonstances rendant sa pollution des plus probables. Sa profondeur, sa protection par des couches imperméables peuvent expliquer cette immunité.

Il est donc à recommander, quand il y a contradiction entre les résultats de l'enquête hygiénique et ceux des analyses, de recommencer celles-ci, aussi souvent qu'on le pourra, par temps sec, temps pluvieux, etc.

Le laboratoire de l'armée sera prévenu et viendra effectuer les prélèvements destinés à l'analyse bactériologique, et à une analyse chimique plus complète des points d'eau d'abord choisis ; de plus, une enquête

épidémiologique sera faite dans le but de savoir s'il y a eu antérieurement des troupes de passage dans le cantonnement, et si ces troupes ont évacué de nombreux malades, si les maladies sont nombreuses dans le village en temps ordinaire, quelle est l'affection prédominante, s'il y a eu des cas de typhoïde, de dysenterie, etc.

Quelques jours après, les résultats des analyses bactériologiques et chimiques sont connus.

L'analyse bactériologique souvent se bornera, comme c'est le cas dans la n^e^ armée, à indiquer le nombre de coli trouvés par litre et donnera une appréciation basée sur les chiffres suivants :

0 à 100 coli, eau de bonne qualité.
100 à 500 coli, eau de qualité douteuse.
500 et plus, eau de mauvaise qualité.

Cette façon de procéder est légitimée par ce fait que la souillure d'une eau par le coli est un témoin de sa contamination par des matières fécales ou des urines ; ce n'est pas le coli lui-même qui est dangereux, mais les germes pathogènes, typhiques, dysentériques qui peuvent l'accompagner.

L'analyse chimique classera les eaux en eau potable, eau suspecte, eau mauvaise.

De la comparaison de ces résultats exprimés dans la forme que nous avons indiquée, un certain nombre d'indications d'ordre très général peuvent être tirées. Nous les résumerons dans le tableau suivant :

Résultat { chimique : eau potable.
bactériologique : eau de bonne qualité.

Une telle eau peut être, sans hésitation, considérée comme bonne et consommée telle quelle.

Résultat { chimique : eau mauvaise.
bactériologique : eau de mauvaise qualité.

Une telle eau est à rejeter de la consommation.

Résultat { chimique : eau potable.
bactériologique : eau douteuse ou mauvaise.

Cette eau doit être momentanément condamnée, elle est probablement contaminée légèrement au point de captation par des infiltrations peu importantes de surface et l'enquête hygiénique permettra le plus souvent de se rendre compte de la cause de cette souillure ; quelques mesures simples de protection dans la majorité des cas y remédieront.

La preuve en sera donnée par une nouvelle analyse bactériologique.

Résultat { chimique : mauvaise.
bactériologique : bonne.

Cette eau doit inspirer la plus grande défiance ; le plus souvent la minéralisation en est forte, elle contient des chlorures en excès, des nitrites ou de l'ammoniaque, une grande quantité de nitrates et de matières organiques ; elle peut avoir été récemment

souillée, peut le devenir en tout cas facilement. Elle ne peut être consommée qu'après stérilisation.

Résultat { chimique : médiocre ou suspecte.
bactériologique : suspecte.

Cette eau ne doit être consommée qu'après stérilisation.

Une circulaire du Grand Quartier général a prescrit que toutes les eaux livrées à la consommation des troupes seraient stérilisées. Il semblerait que dans ces conditions, toutes les eaux peuvent être bues et que le choix de points d'eau salubre fait suivant les indications que nous avons données, n'a qu'une importance bien relative. Ce choix n'est cependant pas à négliger, car il est difficile d'obtenir des hommes qu'ils se servent uniquement des eaux stérilisées mises à leur disposition. Malgré les ordres donnés, quelles que soient les facilités qu'ils aient de se procurer l'eau épurée, ils préféreront toujours, pour sa fraîcheur surtout, celle qu'ils puisent directement à la source. En pratique, tout en respectant les ordres sagement donnés par la direction du Service de Santé, il y a intérêt à condamner d'une façon définitive les eaux reconnues à la suite des analyses,

Mauvaises : chimiquement et bactériologiquement.
Mauvaises : chimiquement et bonnes bactériologiquement.

On stérilisera les eaux reconnues :

Bonnes chimiquement et bactériologiquement.
Bonnes chimiquement et mauvaises bactériologiquement.
Douteuses chimiquement et bactériologiquement.

On s'efforcera de conserver leur qualité aux eaux bonnes, d'améliorer celles qui sont chimiquement bonnes et bactériologiquement mauvaises, et aussi les eaux douteuses. Nous allons voir comment on peut arriver dans cette voie à des résultats appréciables.

PROTECTION ET AMÉLIORATION DES POINTS D'EAU

Ce que nous venons de dire du problème de l'alimentation en eau d'un cantonnement peut se résumer en quelques mots. Il importe avant tout de rechercher les points d'eau existants dans ce cantonnement, et d'en prescrire l'analyse chimique. Cette première expertise permet d'éliminer les sources, puits ou forages manifestement souillés. Une analyse bactériologique et une enquête locale s'imposent ensuite.

Le résultat de ces investigations complémentaires permettra de désigner les seuls points d'eau où les troupes cantonnées devront s'alimenter. Ces points d'eau seront bien clairement indiqués par des écriteaux placés d'une façon apparente, et portant en grosses lettres noires sur fond blanc : « Eau bonne à boire », cependant que ceux qui auront été condamnés seront désignés par des écriteaux portant en rouge sur fond blanc l'indication : « Eau dangereuse ; défense d'en boire. ».

Ceci fait, nous avons vu qu'il fallait protéger les

eaux de bonne qualité, améliorer celles qui paraissent douteuses et les stériliser toutes par surcroît de précaution.

La protection et l'amélioration d'une origine d'eau, source, puits ou forage, a pour but d'empêcher le mélange de cette eau venue de la nappe profonde avec des eaux d'infiltration ou de ruissellement de surface : c'est dans tous les cas un périmètre de protection qu'il s'agit d'établir.

Le périmètre sera aussi étendu que possible, si le point d'eau est en dehors de l'agglomération et en plaine, tout le terrain environnant sera entouré d'un enclos en fil de fer barbelé, et dans l'intérieur de cet enclos on supprimera avec le plus grand soin toutes les causes de souillure. Les fumiers seront enlevés et le sol sur lequel ils reposaient sera arrosé largement d'antiseptique, les feuillées qui auraient pu être laissées par des troupes de passage seront désinfectées et comblées, les fossés, les rigoles, les ruisseaux seront détournés ou comblés. L'attention se portera ensuite plus particulièrement sur le point d'eau lui-même. S'il s'agit d'un puits, les abords immédiats après avoir été désinfectés par des antiseptiques, en seront cimentés ou empierrés, la margelle sera également cimentée et surélevée, l'ouverture du puits sera couverte et on y adaptera une pompe aspirante et foulante, permettant de conduire l'eau jusqu'au dehors du périmètre de protection. S'il s'agit d'une source captée, les mêmes mesures seront prises et l'ouverture du réceptacle soigneusement fermée et

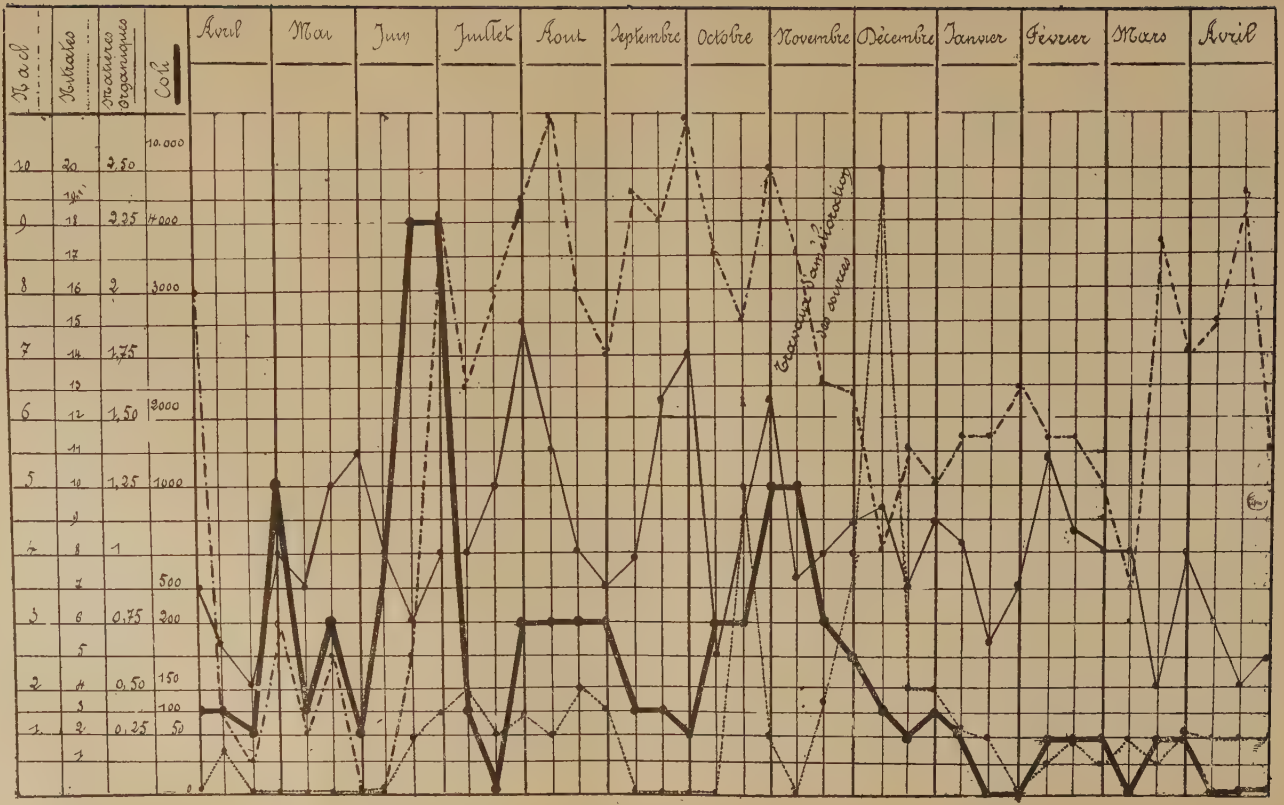
cadenassée. Les conduites d'amenées d'eau seront vérifiées autant que possible, et leur remplacement total ou partiel demandé au service du génie s'il y a lieu. En forêt, le périmètre de protection pourra être plus restreint, les causes de souillure étant moins nombreuses.

Les fontaines et les puits situés à l'intérieur des villages donneront lieu à des travaux analogues ; leur protection sera évidemment difficile.

De telles mesures donnent souvent des résultats parfaits, nous en donnons un exemple :

A V..., l'eau d'alimentation est fournie par une série de sources captées à 3 kilomètres de la ville, au milieu d'un bois en bordure d'une route ; chacune de ces sources, au nombre de huit, s'écoule dans un réceptacle cimenté d'où elle est amenée dans un réservoir central par une canalisation en fonte. De ce réservoir part la conduite d'eau de distribution ; chaque réceptacle est fermé par une plaque en fonte analogue à celles qui ferment les regards d'égouts.

Le laboratoire d'armée de la n^e^ armée est installé depuis de longs mois à V..., il peut ainsi faire des analyses fréquentes (une tous les dix jours) de l'eau de la ville. Les résultats fournis par ces analyses bactériologiques et chimiques sont indiqués dans la courbe ci-contre. L'examen de cette courbe permet de classer l'eau de V... dans la catégorie de celles que nous avons appelées plus haut : bonnes chimiquement, mauvaises bactériologiquement. L'expertise chimique a montré, en effet, un taux variable, il


Nacl
Nitrates
Matières organiques
Col
Avril
Mai
Juin
Juillet
Août
Septembre
Octobre
Novembre
Décembre
Janvier
Février
Mars
Avril
Degrés d'oxydabilité
10.000
4000
3000
1000
500
200
150
100
50
2,50
2,25
2
1,75
1,50
1,25
1
0,75
0,50
0,25

Eaux de V...

est vrai, de la minéralisation, mais variable dans des limites qui la rendent toujours bonne (chlorures ne dépassant pas 10 milligrammes, nitrates atteignant au maximum 20 milligrammes, matières organiques inférieures toujours à 2 milligr.). L'analyse bactériologique, au contraire, y décèle presque constamment du coli et jusqu'en décembre, fréquemment le taux de coli a atteint des chiffres élevés (200, 1000, 4000).

En présence de ces résultats, la section d'hygiène du laboratoire entreprit, en novembre 1915, une série de travaux d'amélioration au point de captage de la source. Les réceptacles furent nettoyés, désinfectés par le permanganate, chacun d'eux fut entouré d'une margelle en ciment, recouverte d'un toit en bois doublé extérieurement de tôle. Enfin un périmètre de protection constitué par un enclos en clayonnage fut établi pour chaque source.

Dès lors, il est facile de le constater sur le graphique, la courbe du coli baissa immédiatement jusqu'à atteindre 0 sans jamais dépasser 50. Par de simples mesures de protection, l'eau de V... considérée comme douteuse (bonne chimiquement, mauvaise bactériologiquement) devint une eau de bonne qualité.

ÉPURATION DES EAUX

Toute eau, même reconnue bonne, destinée à alimenter la troupe, doit, nous l'avons vu, être soumise à une stérilisation, en exécution des ordres du Grand Quartier Général. Cette prescription est très

sage à plus d'un point de vue. Malgré la surveillance constante du Service de Santé et du Génie, les points d'eau les mieux protégés peuvent être accidentellement souillés ; d'autre part, il se présentera, dans la guerre de mouvement, des cas où l'on ne pourra se procurer que de l'eau de mauvaise qualité ; il est donc bon d'habituer dès maintenant les hommes à consommer l'eau stérilisée, et d'habituer aussi les unités à pratiquer la stérilisation.

Les procédés de stérilisation actuellement employés dans les armées peuvent être rangés en trois catégories :

Les uns sont basés sur l'action des agents mécaniques (filtration) ;

Les autres s'adressent aux agents physiques (ébullition) ;

Les derniers reposent sur l'emploi des agents chimiques.

De tous ces procédés, les meilleurs sont sans contredit ceux qui reposent sur l'action des produits chimiques ; nous les examinerons d'abord, réservant pour plus tard la question de l'ébullition et de la filtration.

Procédés chimiques

Les procédés chimiques d'épuration sont nombreux ; l'alun, le permanganate, le brome, l'iode, ont été tour à tour employés.

Les plus pratiques tant au point de vue de la stérilisation que du prix de revient sont :

1° Le chlore ;
2° Le permanganate de potasse ;
3° L'iode.

Épuration de l'eau au moyen du chlore

La stérilisation par le chlore se fait en mélangeant intimement à l'eau une substance contenant du chlore, qu'elle met en liberté dès qu'elle se trouve au contact de l'eau à épurer. Le chlore ainsi libéré détruit les matières organiques et les microbes (coli, typhiques, cholériques, etc.).

Les deux substances « chlorogènes » communément employées sont :

1° L'hypochlorite de chaux ;
2° L'hypochlorite de soude.

Epuration des eaux au moyen de l'hypochlorite de chaux. — C'est un fait d'expérience que les micro-organismes contenus dans les eaux sont tués en vingt minutes par le chlorure de chaux (titre 100-110), employé à la dose de 1 à 2 centigrammes par litre (soit 10 à 20 grammes de chlorure de chaux par mètre cube d'eau à épurer).

Après vingt minutes d'action, il reste dans l'eau épurée de l'hypochlorite en excès qu'il faut éliminer ; on y arrive en additionnant l'eau épurée d'eau oxygénée, qui décompose l'hypochlorite en eau, oxy-

gène et chlorure neutre de calcium suivant la formule :

$$CO\begin{matrix}ocl\\ocl\end{matrix} + 2\,H^2O^2 = 2\,H^2O + 2O^2 + Ca\,cl^2$$

chlorure de chaux+eau oxygénée =eau+oxygène+chlorure neutre de calcium.

L'eau oxygénée en excès se décompose catalytiquement en oxygène et en eau :

$$H^2O^2 = H^2O + O$$

L'oxygène libéré reste en dissolution.

Enfin, comme la proportion de poudre épurante employée est très faible, il n'est pas nécessaire de filtrer l'eau avant consommation, un repos de cinq minutes, suivi d'une décantation rapide, suffit pour obtenir une eau limpide, sans odeur, de saveur agréable et stérile.

Le pharmacien-major de 2e classe, Octave Lecomte, a préconisé la poudre épurante suivante :

Chlorure de chaux titre 100-110..	40 gr.
Carbonate de chaux.....	8 »
Talc.....	2 »
Total.....	50 gr.

F. s. a. une poudre homogène et mettre en division de 50 grammes dans des flacons bien bouchés.

Dans cette poudre, le chlorure de chaux est le seul produit ayant de l'action sur les micro-organismes.

Le carbonate de chaux et le talc agissent comme agents conservateurs du chlorure de chaux.

La mise en pratique de ce procédé consiste à mettre dans un récipient de 12 à 25 litres 0 gr. 50 de

poudre épurante (soit 1 à 2 cgr. par litre). Pour faciliter la dissolution et le mélange de la poudre, il est bon de la diluer au préalable dans un verre d'eau ; après vingt minutes d'action, on décompose l'hypochlorite restant en ajoutant à l'eau 5 centimètres cubes (une cuillerée à café) d'eau oxygénée, au titre de 10 à 12 volumes, on agite fortement et on laisse reposer et décanter.

Les procédés d'épuration par les hypochlorites de chaux ont donné d'excellents résultats, contrôlés par des analyses bactériologiques. Les inconvénients qu'on leur a reprochés consistent dans le temps de repos indispensable avant la consommation, et dans l'encombrement qu'occasionne le transport de l'eau oxygénée dans les voitures régimentaires déjà surchargées par un matériel important.

On pourrait remédier à l'inconvénient signalé du transport de l'H^2O^2 en substituant la fixation à la décomposition de l'hypochlorite de soude.

M. le médecin aide-major Bricout a préconisé, dans cet ordre d'idées, l'addition de marc de café frais à l'eau traitée par le chlorure de calcium et la décantation ultérieure. Le procédé est des plus efficaces, la réaction chimique la plus sensible des hypochlorites ne révèle plus trace de la substance après cette petite opération. Comme il ne s'agit plus de destruction de l'hypochlorite, mais de fixation qui comporte naturellement une limite, on comprend qu'il convient chaque fois d'user de marc de café frais.

Épuration au moyen de l'hypochlorite de soude. — Le procédé est basé sur l'emploi de l'eau de Javel.

La javellisation est simple et pratique, elle convient à la stérilisation de grandes quantités d'eau ; le procédé n'est pas nouveau, il est utilisé depuis longtemps au Canada, aux États-Unis, en Angleterre.

En France, il a été employé au cours de l'été 1910 à Paris. A la suite des fortes chaleurs, les établissements filtrant fournissaient de l'eau en quantité insuffisante et bientôt la distribution allait être suspendue, pendant une partie de la journée. M. le Dr Roux, directeur de l'Institut Pasteur, conseilla d'utiliser les eaux de la Marne clarifiées par des filtres rapides et stérilisées par l'hypochlorite.

La javellisation fut encore employée il y a quelques années lorsque, par suite de pluies abondantes dans la même région, la contamination des sources était à craindre.

Dans sa séance du 5 juillet 1912, le Conseil d'Hygiène du département de la Seine, approuvant les conclusions d'un rapport très documenté de M. le Dr Roux, décida que le procédé le plus pratique pour purifier les eaux suspectes était l'emploi de l'hypochlorite de soude. On installa des postes de stérilisation sur les divers aqueducs amenant les eaux de sources à Paris. Et notamment pendant cette guerre, les eaux de source de l'Avre et de la Dhuis ont été ainsi traitées.

De même à Marseille, pendant l'épidémie de choléra de 1911, non seulement on javellisa l'eau dans l'asile d'aliénés où s'était déclarée l'épidémie, mais aussi l'eau de la Durance, distribuée à toute la population de Marseille. Le vibrion cholérique qui avait été décelé dans cette eau disparut vingt-quatre heures après cette mesure. Le traitement des eaux par l'hypochlorite a été continué pendant un an à l'asile d'aliénés sans que les pensionnaires en aient éprouvé le moindre inconvénient.

Il en fut de même à Avignon, lors de l'épidémie hydrique de fièvre typhoïde qui a sévi à la fin de 1912.

L'armée anglaise stérilise aussi l'eau d'alimentation par le chlore. « Les officiers anglais, dit le lieutenant-colonel Colmet d'Aage, m'ont déclaré qu'ils utilisent depuis longtemps ce mode de traitement dans toutes leurs expéditions coloniales et qu'ils en avaient toujours constaté les bons résultats. »

Le procédé de la javellisation consiste à ajouter de l'hypochlorite de soude à l'eau à épurer, et à les laisser en contact un temps assez long pour obtenir la stérilisation, soit une demi-heure à trois quarts d'heure.

Il est assez difficile de fixer la **quantité d'hypochlorite** à ajouter à l'eau pour l'épurer d'une façon exacte. D'après les recherches entreprises à Troyes par le laboratoire central de bactériologie, on doit se baser sur les caractères microscopiques (sur l'aspect plus ou moins trouble de l'eau), sur l'exis-

tence ou non d'une filtration destinée à la clarifier, sur le résultat d'analyses chimiques et bactériologiques préliminaires. La quantité d'hypochlorite à ajouter à l'eau dépend aussi de la concentration de l'eau de Javel.

Plus on met d'eau de Javel, plus la stérilisation est rapide, cela est évident, mais il faut éviter d'en mettre trop, car un excès laisse à l'eau un goût de chlore qui la rend imbuvable. On ne doit trouver dans l'eau javellisée que des quantités minimes de chlore en excès, se rapprochant du 1/10 de milligramme par litre, chiffre admis par la Ville de Paris.

Une instruction du 12 juillet 1915 sur la purification de l'eau par les hypochlorites, émanant du Ministre de la Guerre, indique que la dose de chlore doit être de 1 milligramme par litre pour une eau de source limpide et de 3 milligrammes par litre pour une eau de puits ou de cours d'eau trouble.

Dans une circulaire du 26 juin 1915, se plaçant au point de vue des eaux communément rencontrées et de la rapidité de la stérilisation, M. le médecin-inspecteur général Chavasse prescrit par modification aux indications à cet égard par l'instruction du 27 octobre 1914 que la dose sera de III ou IV gouttes d'extrait concentré d'eau de Javel pour 10 litres d'eau, c'est-à-dire moins d'un tiers de goutte par litre. Cette quantité d'antiseptique ne nuit en aucune façon à la potabilité de l'eau; elle ne lui confère aucun goût ni aucune odeur. Enfin, le 14 février 1916, une nouvelle instruction dit que la quantité d'hypo-

chlorite ajoutée à l'eau doit être telle qu'un quart d'heure après de contact, il ne reste dans l'eau traitée que des traces de 0 mgr. 1 à 0 mgr. 2 de chlore libre par litre. Ces indications sont générales. Les quantités doivent être augmentées ou diminuées suivant les renseignements donnés par les analyses chimiques et bactériologiques.

Quoi qu'il en soit, il est bien entendu que ce qu'il importe de doser avec soin, ce n'est pas la quantité d'eau de Javel, mais celle de chlore libre qu'elle contient.

Toute opération de javellisation devra donc être précédée d'un **titrage** exact de l'eau de Javel afin de bien en connaître la teneur en chlore libre.

Ce titrage peut être fait de la façon suivante : on fait une liqueur titrée chlorométrique en mettant dans un matras jaugé de 1 litre :

Anhydride arsénieux pur et pulvérisé.	4 gr. 42
Et environ.....	100 cmc. d'eau.

On agite pour délayer l'anhydride et on ajoute pour le dissoudre rapidement 10 centimètres cubes de lessive des savonniers en agitant jusqu'à dissolution complète. On verse alors dans le matras un demi-litre d'eau, 100 centimètres cubes d'acide chlorhydrique pur pour sursaturer la soude et avoir un excès d'acide libre ; enfin on complète le volume au litre avec de l'eau et on agite afin de rendre le liquide homogène.

Le réactif indicateur est du bromure de potassium.

Le titrage consiste à mettre dans une capsule de

porcelaine 10 centimètres cubes de liqueur chlorométrique et quelques cristaux de bromure de potassium, à verser avec une burette l'hypochlorite de soude goutte à goutte, en agitant continuellement, jusqu'à ce qu'on obtienne une coloration jaune faible persistante. Supposons qu'on ait versé pour cela n centimètres cubes d'hypochlorite de soude, on dira : les 10 centimètres cubes de liqueur arsénieuse sont oxydés par 10 centimètres cubes de chlore gazeux. Donc les n centimètres cubes d'hypochlorite de soude tiennent en dissolution 10 centimètres cubes de gaz chlore. Un centimètre cube de cet hypochlorite en contiendra n fois moins et un litre ou 1.000 centimètres cubes mille fois plus, soit :

$$\frac{10 \times 1000}{n} = x \text{ litres}$$

Le degré français d'un hypochlorite indique le nombre de litres de chlore compté à 0 degré et à 760 atmosphères de pression, contenus dans 1 kilogramme de cet hypochlorite.

Connaissant le degré chlorométrique d'une eau de Javel, il sera facile d'en déduire le nombre de centimètres cubes ou de gouttes correspondant à un poids déterminé de chlore.

Si l'on veut par exemple additionner une eau de 3 milligrammes de chlore par litre en partant d'une eau de Javel titrant 20 degrés, on fera le calcul suivant :

Un litre d'eau de Javel titrant 20 degrés renferme

20 litres de chlore, soit en poids (le litre de chlore pesant 3 gr. 170) :

$$3 \text{ gr.}170 \times 20 = 63 \text{ gr.}4$$

Un centimètre cube renfermera mille fois moins, soit :

$$\frac{63,4}{1000} = 0 \text{ gr.}063$$

Et une goutte qui est le 1/20 d'un centimètre cube :

$$\frac{63 \text{ mgr.}}{20} = 3 \text{ mgr.}15$$

Ce simple calcul permet de savoir quelle quantité d'eau de Javel il faut ajouter (en gouttes ou en cmc.) suivant le plus ou moins grand volume d'eau à stériliser à une eau donnée pour l'épurer.

Les eaux de Javel commerciales titrent en moyenne de 20 à 30 degrés chlorométriques, c'est-à-dire qu'elles renferment :

Par litre de 63 grammes à 95 grammes ;

Par centimètre cube de 63 mmgr. à 95 milligrammes ;

Par goutte de 3 mmgr. 15 à 4 mmgr. 75.

Ces quantités s'entendent d'eau de Javel fraîchement préparée. L'évaporation en fait rapidement baisser le titre chlorométrique et il est indispensable de titrer une eau de Javel chaque fois qu'on veut en faire usage.

Il importe, en outre, de faire remarquer, d'après M. Bonjean, que les eaux de Javel ne portent pas toujours dans le commerce l'indication de leur teneur

en chlore, en degrés chlorométriques, mais en degrés Baumé. Il y a de ce fait des erreurs parce que ces titres peuvent varier dans des proportions considérables de 1 à 10 degrés chlorométriques. Ceci est encore une raison qui doit rendre obligatoire le titrage préalable de toute solution d'hypochlorite devant servir à la javellisation.

La technique à suivre pour opérer le mélange est dans la plupart des cas d'une grande simplicité.

Si l'on a affaire à une eau contenue dans des récipients (tonneaux, citernes, etc.), il suffit de verser la quantité d'eau de Javel dans le récipient. Cependant il faudra prendre soin de la diluer dans un ou plusieurs litres d'eau. On obtiendra ainsi un mélange plus intime qui est indispensable à la bonne marche de l'épuration. Ce mélange devra même être complété par un brassage énergique de la masse de liquide, brassage d'autant plus difficile à réaliser que cette masse est plus grande. Dans tous les modèles d'appareils construits pour réaliser la javellisation (comme les voitures du Touring-Club par exemple), il existe dans ce but un agitateur spécial.

Le problème est plus difficile à réaliser si on se trouve en présence d'une eau qui se renouvelle incessamment suivant un certain débit. Il convient d'installer un dispositif de distribution automatique de l'hypochlorite. Le plus simple consiste en un flacon tonnelet à deux tubulures pouvant contenir 5 à 10 lit.

d'eau de Javel dont l'écoulement régulier est assuré par l'entretien d'une pression constante au niveau de la tubulure inférieure, quelle que soit la hauteur de la solution au-dessus de cette tubulure. Celle-ci munie d'un robinet R en verre bien rodé, la tubulure supérieure D est fermée par un bouchon traversé par un tube E ouvert à ses deux bouts et dont l'extrémité inférieure descend jusqu'à 1 centimètre au-dessus du niveau de la tubulure (fig. 1).

Le débit de l'eau à purifier une fois déterminé, on règle par tâtonnement l'écoulement du robinet R du distributeur, de manière à laisser échapper la quantité d'hypochlorite jugée nécessaire pour produire la purification du volume d'eau qui s'écoule dans un temps donné. On peut ainsi traiter l'eau destinée à des agglomérations en organisant sa purification dans les réservoirs d'où partent les conduites d'amenée. Le mélange de l'eau avec l'hypochlorite se fait durant le cheminement dans ces conduites, tandis que l'action du chlore a le temps de s'effectuer avant l'arrivée au consommateur.

La durée de contact entre l'eau à épurer et l'eau de Javel pour obtenir la stérilisation dépend de la quantité d'hypochlorite ajoutée à l'eau.

Dans une note du 26 juin 1915 n° 91095, M. le médecin-inspecteur général Chavasse rappelle que le contact du désinfectant doit durer au moins trente minutes avant que l'eau ainsi traitée puisse être consommée.

Il semblerait au premier abord que la **nature du récipient** ait peu d'importance au point de vue de la stérilisation par javellisation. L'expérience a montré qu'il n'en était pas ainsi.

Au début de la guerre c'est à des tonneaux que l'on a eu d'abord recours. On les accouplait en général par deux. Le mélange d'hypochlorite et d'eau se faisait la veille dans un tonneau qui servait aux besoins de la troupe pendant une journée. Pendant ce temps la stérilisation s'opérait dans le tonneau voisin qui n'était mis en service que le lendemain.

A cette façon de procéder on reconnut deux inconvénients :

1° Les analyses de contrôle faites par les laboratoires montrèrent que les germes, y compris le coli, se multipliaient dans les tonneaux de distribution ;

2° L'eau de ce tonneau prenait un goût de futaille qui, joint à la légère saveur due à l'excès d'hypochlorite, rendait la consommation très désagréable.

On pensa que ces inconvénients résultaient du manque de propreté des récipients ; et une circulaire du Grand Quartier Général en date du 8 juillet 1915 prescrivit deux fois par semaine :

1° Un ou plusieurs rinçages des tonneaux vides de leur contenu ;

2° Une désinfection des parois intérieures avec de l'eau additionnée de XX gouttes d'extrait concentré de Javel pour 10 litres d'eau suivie d'un nouveau rinçage à l'eau ordinaire. Ces nettoyages étaient

difficiles à réaliser ; il fallait brasser dans l'intérieur des tonneaux une chaîne métallique.

La manipulation était longue, délicate. Elle ne donna aucun résultat et les expériences de contrôle montrèrent, comme auparavant, que l'eau se polluait au lieu de s'épurer, dans les conditions où l'on se trouvait placé.

Une nouvelle circulaire prescrivit alors d'employer des tonneaux verticaux défoncés dont le fond devenu mobile servait de couvercle. L'accès à l'intérieur du récipient était facile, et le nettoyage pouvait se faire plus efficacement à l'aide d'un brossage énergique à la brosse dure.

Ce moyen ne réussit pas plus que le précédent. Une série d'expériences faites par le laboratoire central de bactériologie, donna par exemple les résultats décevants qui suivent :

	Tonneau nettoyé (moyenne de 15 analyses)	Tonneau témoin (moyenne de 15 analyses)
Après 3/4 d'heure :	341.481 germes	179.878 germes
» 6 heures :	1.591.065 »	145.057 »
» 24 »	1.252.462 »	390.081 »
Total général.....	3.155.008	714.016

Le fait paradoxal mis en évidence par le tableau précédent apparut justiciable de l'explication suivante :

Les tonneaux nettoyés et non nettoyés employés pour les expériences sont des tonneaux usagés. Les joints sur leurs faces internes ont subi un commencement d'altération et les interstices qui les séparent

sont devenus un réceptacle de poussières et de débris variés. Si on frotte ces joints et leurs interstices avec une brosse dure, cette manipulation a pour résultat moins une désinfection de l'intérieur du tonneau que la mise à nu de nombreux réceptables de germes et l'incorporation de ces germes à l'eau à stériliser.

Il est possible que l'expérience portant sur des récipients neufs aurait un résultat inverse de celui obtenu avec des tonneaux usagés. Aussi bien dans le cas particulier est-ce peut-être moins la désinfection elle-même que la façon dont elle était pratiquée (brossage énergique) qu'il convient d'incriminer.

On a essayé de protéger l'intérieur des tonneaux par des substances aseptiques et ne donnant aucun goût à l'eau.

L'asphaltine noire (seule réglementaire) est couramment employée. C'est une peinture siccative à base de goudron et de benzine. Elle est d'un prix de revient peu élevé et peut être appliquée très facilement par le premier manœuvre venu.

Les récipients sur lesquels une couche d'asphaltine a été appliquée peuvent être utilisés presque aussitôt après l'opération. Il est bon cependant de faire plusieurs stérilisations d'essai avant de livrer l'eau à la consommation pour enlever l'excès d'asphaltine qui donne à l'eau une saveur de goudron

Pour la même raison, il ne faut pas distribuer de l'eau ayant séjourné plus de vingt-quatre heures dans le récipient enduit d'asphaltine.

Le brai de résine, d'un usage peu répandu, méri-

terait d'être mieux connu. S'il est d'un prix de revient modeste, on ne peut malheureusement en revêtir la paroi intérieure d'un tonneau que dans une brasserie, pratique très répandue dans toutes les régions du Nord et de l'Est. « Le brai, mélange de colophane très pure et d'un peu de paraffine, est chauffé à 200 degrés et projeté avec force à travers la bonde du tonneau par une tétine spéciale terminée par un tourniquet animé d'un vif mouvement de rotation. L'opération dure deux à trois minutes. Les tonneaux se présentent mécaniquement sur l'appareil, la bonde en bas. Le même appareil traite à la fois plusieurs tonneaux placés côte à côte. La succession des opérations est très rapide. » (1)

Même après une présence très prolongée « dans les tonneaux de bois enduits de brai de résine, la bière n'a aucun goût particulier. Il est très probable qu'il en serait de même de l'eau conservée dans les mêmes conditions et que les hommes ne se plaindraient plus du goût de bois que prendrait cette eau après quelques heures de séjour dans les tonneaux.

Aux tonneaux dont nous avons indiqué les inconvénients, on substitue dans certains cas les cuves métalliques : les unes en tôle galvanisée, les autres enduites de goudron ou de lait de ciment.

L'application du lait de ciment ne peut être faite que par un spécialiste. On se procure difficilement le ciment à prise lente pour cette application. Si

1. Extrait d'un rapport du médecin-chef du groupe de brancardiers du n° corps.

l'opération est faite par un temps froid le ciment ne tient pas et se craquelle. Il faut permettre au ciment de sécher en laissant un intervalle de deux jours entre l'application du ciment et l'utilisation de la cuve. Bien que d'application peu pratique, le lait de ciment offre toutes les garanties désirables vis-à-vis de l'eau à stériliser.

Ces cuves ont donné des résultats satisfaisants ; mais leur emploi peut difficilement se réaliser pour les petites unités, étant donnée la difficulté qu'il y a à les établir.

Il serait plus simple d'avoir recours à des *cuves en tôle* galvanisées sans protection intérieure. Mais on s'est demandé si le chlore de l'extrait de Javel n'est pas susceptible d'attaquer la paroi de ces récipients et de donner naissance à du chlorure de zinc faiblement toxique, il est vrai, mais d'autant plus dangereux que le zinc absorbé s'accumule dans l'organisme. Pour répondre à cette objection, on installa une cuve en tôle galvanisée au quartier de V... Cette cuve reçut quatre fois par jour pendant quinze jours de l'eau javellisée à raison de 3 milligrammes par litre. Après cinq, dix et quinze jours d'expérience, M. le pharmacien-major Comte, qui a effectué cette expérience, rechercha dans l'eau le chlorure de zinc. Les résultats furent les suivants :

Au 5e jour..... 0 mgr. 8 de zinc par litre d'eau
Au 10e jour..... 0 mgr. 2 —
Au 15e jour..... moins de 0 mgr. 1 —

On le voit, les quantités de zinc trouvées dans

l'eau ont baissé rapidement. M. Comte explique cette diminution par la formation, sur la paroi de la cuve, d'une couche protectrice d'oxychlorure de zinc. Cet auteur est arrivé du reste à reproduire l'oxychlorure sur des plaques de tôle galvanisée qu'il plongeait dans un verre d'eau où la javellisation était pratiquée. Ajoutons que si la javellisation est faite à raison de 1 milligramme de chlore par litre au lieu de 3 milligrammes, on ne rencontre jamais de traces appréciables de zinc dans l'eau stérilisée. Enfin, il a été facile de constater que la paroi interne des cuves après les expériences ne montrait à l'œil nu aucune altération physique ou chimique.

Les expériences très intéressantes de M. Comte permettent donc de conclure qu'une cuve en tôle galvanisée devient inoffensive quelque temps après sa mise en service.

Malgré les avantages de la possibilité d'une stérilisation parfaite dans les cuves métalliques, elles présentent des inconvénients qui les rendent peu pratiques. Elles coûtent cher. Elles sont encombrantes à cause de leur grande capacité (600 litres) et de leur poids. Elles sont de nature à créer un « impedimentum » sérieux dans la guerre de mouvement. Enfin, comme l'une des premières qualités de l'eau est la fraîcheur, la tôle galvanisée étant un bon conducteur de la chaleur, il ne fait guère de doute que pendant l'été l'eau sera beaucoup plus chaude dans les cuves que dans les tonneaux. Le soldat ne

Comparaison des récipients utilisés pour la javellisation des eaux

CUVE GALVANISÉE	CUVE CIMENTÉE	CUVE GOUDRONNÉE	TONNEAU VERTICAL NETTOYÉ	TONNEAU VERTICAL NON NETTOYÉ	TONNEAU VERTICAL enduit de brai de résine	TONNEAU HORIZONTAL
Renferme peu de germes.	Renferme peu de germes.	Renferme très peu de germes.	Renferme le plus de germes.	Renferme une quantité moyen. de germes.	Renferme peu de germes.	Renferme une quantité moyen. de germes.
Se prête mal aux souillures extér.	Se prête mal aux souillures extér.	Se prête mal aux souillures extér.	Se prête à la souillure par les mains et les récipients de puisage (cadenas nécess.).	Se prête à la souillure par les mains et les récipients de puisage (cadenas nécess.).	Se prête à la souillure par les mains et les récipients de puisage (cadenas nécess.).	Se prête à la pullulation des anaérobies.
Eau chaude l'été.	Eau chaude l'été.	Eau chaude l'été.	Eau fraîche l'été, le bois étant mauvais conducteur.	Eau fraîche l'été, le bois étant mauvais conducteur.	Eau fraîche l'été, le bois étant mauvais conducteur.	Eau fraîche l'été, le bois étant mauvais conducteur.
L'eau n'a aucun goût.	L'eau n'a aucun goût.	L'eau n'a aucun goût.	L'eau prendrait facilement le goût de bois.	L'eau prendrait facilement le goût de bois.	L'eau n'a aucun goût.	L'eau a parfois un goût putride dû aux germ. anaérob. précit.
Prix de revient élevé.	Prix de revient élevé. Le cimentage ne peut être fait que par un spécialiste, et tient mal s'il est fait par un temps froid.	Prix de revient élevé. L'asphaltine peut être appliquée par le premier venu.	Se trouve partout et à bon compte.	Se trouve partout et à bon compte.	Se trouve partout et à bon compte, mais le brai ne peut être appliqué que dans une brasserie.	Se trouve partout et à bon compte.
Très encombrante en cas de déplacement.	Très encombrante en cas de déplacement.	Très encombrante en cas de déplacement.	Facile à transporter, ne constitue nullement un impédimentum.	Facile à transporter, ne constitue nullement un impédimentum.	Facile à transporter, ne constitue nullement un impédimentum.	D'un transport particulièrement commode.
L'eau, tout au moins au début des opérat., renferme du zinc	Chimiquement inoffensive.	Chimiquement inoffensive.	Chimiquement inoffensive.	Chimiquement inoffensive.	Chimiquement inoffensive.	Chimiquement inoffensive.

manquera pas de reprocher à l'eau des cuves d'être chaude, comme il fait grief à l'eau des tonneaux d'avoir un goût. Toutefois la fraîcheur paraît devoir contrebalancer dans les tonneaux l'inconvénient du goût.

Nous avons emprunté au rapport de Remlinger le tableau ci-contre qui résume les avantages et les inconvénients des différents récipients proposés pour effectuer la javellisation dans les cantonnements.

De ce que nous venons de voir touchant la question des récipients qu'il convient de mettre en usage pour la javellisation, il est, nous semble-t-il, logique de conclure que ce n'est pas tant la nature de ces récipients qui intervient dans les résultats obtenus que la façon dont ils sont employés. Tous peuvent donner de bons résultats quand on sait s'en servir. Les tonneaux usagés ont l'avantage d'être peu coûteux : enduits d'asphaltine ou mieux de brai de résine, sans nettoyage, sans brossage périodique, placés horizontalement, ils fournissent, à condition de ne pas l'y laisser séjourner plus de vingt-quatre heures, une eau parfaitement potable. Les cuves cimentées, les cuves à paroi nue sont bonnes ; il ne faut les employer qu'après les avoir fait fonctionner à blanc pendant quinze jours et ne jamais les brosser ni les nettoyer, afin que soit respectée la couche protectrice d'oxychlorure.

La stérilisation absolue au sens bactériologique du mot n'est pas obtenue. Elle nécessiterait des

quantités de chlore qui rendraient l'eau imbuvable. Mais cette stérilisation complète est inutile.

Ce qu'on demande à la javellisation, c'est de détruire les germes pathogènes susceptibles de contaminer l'homme par voie digestive, et ce but sans aucun doute est atteint.

Il est aussi important de savoir **combien de temps se maintiennent les bons effets de la javellisation.** Des analyses pratiquées en série ont montré qu'une demi-heure, trois quarts d'heure au plus de contact entre l'hypochlorite et l'eau est nécessaire pour que la stérilisation soit effectuée.

Après ce temps la destruction complète du colibacille est acquise et un fléchissement considérable du nombre des germes ainsi que la disparition presque complète des espèces non sporulées sont réalisés. Ces bons résultats se maintiennent après six heures et aussi après quatre heures. Les chiffres suivants en font foi.

Expérience faite à la G .. (Remlinger).

Eau stérilisée en cuve 3/4 d'h.	après la javellisation		541.147 germes
—	6 h.	—	360.804 —
—	24 h.	—	262.902 —

Par contre, le terme de vingt-quatre heures peut être considéré comme marquant la limite à laquelle le fléchissement des germes consécutif à la stérilisation cesse d'être observé.

En effet, les analyses quantitatives portant sur des eaux javellisées depuis, non pas vingt-quatre, mais

quarante-huit et soixante-douze heures, décèlent une augmentation considérable du nombre des germes. C'est ainsi que dans une expérience nous voyons dans un tonneau d'eau javellisée le nombre des germes au centimètre cube monter de 22.015 (vingt-quatre heures), à 304.950 (quarante-huit heures) et 657.400 (soixante-douze heures). Dans la cuve galvanisée ce même chiffre de 7.170 (vingt-quatre heures) s'élevait à 289.080 (quarante-huit heures). Ajoutons cependant que cette augmentation du nombre des germes après vingt-quatre heures est toujours le fait de la multiplication des bactéries inoffensives, particulièrement le bacille thermo.

Il faut donc adopter comme ligne de conduite, en pratique, que l'eau non consommée d'un récipient doit être vidée complètement avant toute javellisation nouvelle.

Quels résultats donnent les procédés de stérilisation que nous venons de décrire ? — Ces résultats sont excellents. La disparition du coli est toujours obtenue intégralement, à part de très rares exceptions où l'eau extrêmement contaminée a reçu une quantité insuffisante de chlore, eu égard au degré de la souillure. Cette constatation présente une importance particulière parce que la résistance de ce micro-organisme à l'eau de Javel est sensiblement la même que celle du bacille d'Eberth, des bacilles paratyphiques et du vibrion cholérique.

On observe aussi une notable diminution du nombre des germes.

Les chiffres suivants permettent de se faire une opinion à cet égard ; ils sont empruntés au rapport de M. Remlinger. Cet auteur trouve dans une eau de puits, en additionnant les microbes trouvés avant la javellisation du 13 au 27 novembre, 4.239.740 germes. La même addition effectuée sur la même eau dans un tonneau non nettoyé trois quarts d'heure après la stérilisation fournit 147.837 germes. Diminution : 96,51 o/o.

A F..., à La G..., dans des cuves témoins la numération des germes a toujours montré une diminution de 95 à 99 o/o, chiffre qui exclut tout commentaire.

Les micro-organismes persistant après la javellisation paraissent appartenir presque exclusivement à des moisissures et à des espèces microbiennes sporulées : bacillus subtilis, bacillus mesentericus en particulier.

Nous ferons remarquer que ces micro-organismes sont des espèces banales, inoffensives, pouvant être ingérées sans le moindre danger. Tel est en particulier le cas des moisissures qui constituent de beaucoup le groupe le plus nombreux des espèces trouvées. Enfin, ne serait-ce pas anti scientifique que d'exiger d'un procédé chimique de stérilisation des eaux une destruction des spores, susceptible seulement d'être réalisée pratiquement à l'aide de procédés physiques ?

Il reste bien entendu que ces excellents résultats

ne peuvent être obtenus que si la javellisation est conduite suivant les règles que nous avons indiquées.

Le procédé d'épuration par la javellisation est le seul qui soit réglementaire dans l'armée. D'autres, cependant, en dehors du chlorure de chaux que nous avons déjà cité, donnent de bons résultats. Nous les décrirons également, car il nous semble excessif de limiter d'une façon aussi stricte les moyens dont peut disposer le Service de Santé pour épurer les eaux mises à la disposition des troupes.

Épuration de l'eau au moyen de l'iode

Contrairement à la javellisation, la stérilisation de l'eau par l'iode s'est peu répandue. Elle est cependant simple et efficace et pourrait être utilisée à défaut d'un autre stérilisant.

Sa technique consiste à clarifier l'eau par un procédé quelconque si elle présente un trouble appréciable. On ajoute de l'iode jusqu'à légère coloration jaune brun. On laisse en contact dix minutes et on décolore par l'hyposulfite de soude qui détruit l'excès d'iode.

Au lieu d'iode on peut employer la teinture d'iode à 1/20 à raison de VI à VIII gouttes par litre, ce qui représente 4 à 5 milligrammes d'iode par litre d'eau.

Enfin, l'iode naissant est également employé. On l'obtient au moyen des comprimés tricolores de Vaillard et Georges à base d'iodate de soude, d'acide

tartrique et d'hyposulfite de soude. Une circulaire du Grand Quartier Général en date du 27 octobre 1914, en indique le mode d'emploi suivant : on met un comprimé bleu et un rouge dans un quart de litre d'eau, puis dans 10 litres d'eau à purifier. Après dix minutes de contact on ajoute un comprimé blanc préalablement dissous dans un peu d'eau.

L'inconvénient de la stérilisation par l'iode est de laisser à l'eau un goût âcre qu'il faut toujours masquer par une infusion de thé ou de café. Toutefois, le procédé à l'iodate de soude a été expérimenté au cours de la campagne de Casablanca avec de bons résultats (1).

Épuration de l'eau au moyen du permanganate de potasse

Le permanganate de potasse, dont l'action bactéricide est bien connue, est employé depuis longtemps pour stériliser l'eau. Il agit par son acide manganique qui cède de l'oxygène aux matières organiques et forme avec leur base des sels manganeux incolores. Quand toutes les bases des matières organiques de l'eau à épurer sont transformées en sels, l'excès de l'acide manganique colore l'eau en rose et l'on est averti ainsi de la fin de la réaction, qui marque en même temps la fin de l'épuration.

---

1. Lemoine, *Traité d'hygiène militaire*, p. 347.

La technique de la stérilisation par le permanganate de potasse consiste à additionner l'eau d'une certaine quantité de permanganate que l'on élimine ensuite par réduction et filtration. Le gros inconvénient réside dans le choix du réducteur qui, la plupart du temps, donne à l'eau un goût désagréable. Parmi ces réducteurs, les deux plus employés dans l'armée sont le sulfate de manganèse et l'eau oxygénée.

Le *sulfate de manganèse* a été employé par Lambert qui a cherché à rendre ce procédé pratique en mettant le produit stérilisant et le réducteur sous forme de poudre et de comprimés, les uns oxydants (rouge), comprenant le permanganate, les autres réducteurs (gris), renfermant le sulfate manganeux et du sulfate d'alumine qui hâtent la précipitation du carbonate de soude et qui saturent l'acide manganique. On sépare ensuite le précipité au moyen du filtre « Garret ». Le manuel opératoire consiste à mélanger à l'eau la poudre oxydante (rouge) à raison de 0 gr. 50 par litre d'eau à épurer dans un premier récipient (tonneau, seau en toile), on remue le liquide à l'aide d'un bâton et on laisse une demi-heure en contact.

Si la quantité de poudre est suffisante, l'eau doit rester rose.

On ajoute alors la poudre réductrice (grise) à raison de 0 gr. 50 par litre, la réduction est complète quand l'eau prend une coloration brune (précipité d'oxyde de manganèse).

La filtration s'opère sur coton hydrophile au

moyen du filtre pliant imaginé par Garret (fig. 2).

Le filtre se présente sous la forme d'un cylindre de 0 m. 40 de diamètre sur 0 m. 35 de hauteur, en tôle galvanisée, soudé par un de ses bords premièrement à un fond de même métal perforé de nombreux trous de 3 à 4 millimètres, puis à un tronc de cône

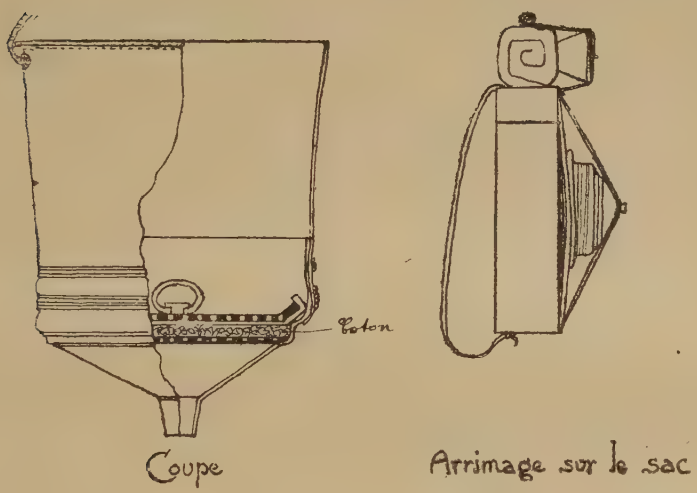


Fig. 2 — Filtre Garret

renversé de 0 m. 15 de hauteur, terminé par un petit cylindre servant de goulot.

Un second fond de tôle perforée bien rigide, mais mobile (de 0 m. 38 de diamètre) et muni d'une boucle au centre de sa surface supérieure, sert à introduire et à comprimer le coton hydrophile (150 gr. environ) étalé sous toute sa surface inférieure.

Il importe que le coton soit d'une épaisseur d'un doigt environ, égal partout et bien tassé.

L'eau épurée doit sortir du filtre absolument limpide. Si elle est encore colorée, c'est que l'écoulement est trop rapide ou la répartition du coton irrégulière. Pour faciliter la filtration, on peut laisset l'eau se décanter auparavant et chaque fois que la chose est possible, traiter l'eau le soir par la poudre oxydante et réductrice et ne filtrer que le lendemain matin. Au début, la filtration se fait régulièrement, mais le débit se ralentit très vite. Il faut alors changer le coton ou le nettoyer. Pour le nettoyer on le lave à l'eau filtrée, puis on le décolore en l'imprégnanr d'une solution de bisulfite de soude à 20/1000 et on termine par un rinçage à l'eau filtrée.

Après traitement et filtration, l'eau est stérile et sans le moindre goût désagréable. Mais la quantité de poudre exigée est considérable.

D'après Garret, il ne faut pas moins de 201 kgr. 600 par mois pour un régiment ou 201.600 comprimés. Grâce à la formule Laurent, qui a donné aussi d'excellents résultats au cours de la guerre actuelle, il faut encore 53 kgr. 750 de substances chimiques par mois (1).

---

1. En y incorporant un peu de talc, on peut aussi mettre la poudre Laurent en comprimés.

Poudre n° 1 oxydante

Permanganate de K	0 gr. 03	pour 1 litre d'eau
Talc	0 gr. 03	
Alun pulvérisé	0 gr. 06	

Poudre n° 2 réductrice

Carbonate de soude (cristaux)	0 gr. 06	pour 1 litre d'eau
Hyposulfite de soude	0 gr. 03	
Talc	0 gr. 03	

Le procédé est assez coûteux en raison de la nature du produit et de la quantité de coton nécessaire (33 kgr. 600 par mois pour un régiment) et de bisulfite (42 kgr.). De plus, le bisulfite donne un goût désagréable à l'eau filtrée.

Enfin la filtration et le collectionnement de l'eau épurée dans un autre récipient sont deux opérations qui ne vont pas sans risques. Les analyses faites dans notre armée au sujet d'un de ces appareils de filtration ont révélé que l'eau s'était enrichie en coli pendant la traversée de l'appareil. Aussi ce procédé d'épuration, excellent en principe, a-t-il besoin d'être étroitement surveillé.

Si les effectifs sont trop nombreux, on peut filtrer l'eau par le procédé suivant :

Le mélange d'eau et de permanganate est fait dans un tonneau de 250 litres. Après une demi-heure de contact, on le filtre dans un deuxième tonneau rempli de « braise de bois », charbon de bois concassé de la grosseur d'une noix. L'eau légèrement teintée s'écoule sur ce filtre et se débarrasse ainsi de son excès de permanganate. Elle est alors livrée à la consommation. Il faut douze heures en moyenne pour que la filtration s'établisse d'une façon parfaite. Mais ce procédé a l'avantage de fournir un débit de 50 litres à l'heure et de marcher pendant un mois sans se colmater. Un de ces appareils fonctionne à G... pour alimenter l'effectif d'un bataillon.

Le deuxième réducteur que l'on peut employer

est *l'eau oxygénée* (1). L'addition d'eau oxygénée à une eau traitée par le permanganate fait dégager une grande quantité d'oxygène à l'état naissant, ainsi que le montre la formule suivante :

$$6\,Mn\,O^4K + 4H^2\,O^2 = 2\,Mn^3\,O^4 + H^2\,O + 6\,KoH + O^{17}$$

soient 200 centimètres cubes d'oxygène, volume bien supérieur à celui dégagé quand on emploie un autre réducteur.

On observe également la formation d'un précipité d'oxyde brun de manganèse.

Par ce procédé, les matières organiques ne sont plus seulement détruites par le permanganate de potasse ; elles sont oxydées plus rapidement et plus complètement par l'oxygène naissant qui renforce le permanganate. De plus, le précipité d'oxyde de manganèse, extrêmement ténu, entraîne avec lui (par une sorte de « laque ») les matières organiques en suspension.

La manipulation est la même que dans le procédé Lambert.

Mettre une solution de permanganate jusqu'à coloration rose persistante de l'eau à épurer. Laisser en contact une demi-heure et ajouter de l'eau oxygénée jusqu'à décoloration complète et formation d'un précipité jaune brun. Filtrer sur coton hydrophile dans le filtre Garret ou tout autre appareil.

---

1. Cette méthode est employée par M. Denisot, pharmacien aide-major de 1re classe, à qui nous sommes reconnaissant de nous avoir gracieusement exposé sa technique.

Ce procédé donne une eau limpide, agréable au goût et stérile ainsi que l'ont révélé différentes analyses bactériologiques et chimiques faites au laboratoire de notre armée.

En résumé, si l'épuration par le permanganate donne une eau parfaitement potable, elle exige des manipulations trop nombreuses et un matériel encombrant. Bien surveillée, elle peut donner d'excellents résultats pour des formations et des unités stables, mais elle est peu pratique, même avec le filtre Garret, pour des troupes en marche.

Procédés mécaniques

Les procédés mécaniques ne sont pas utilisés d'une façon courante par les armées en campagne. La filtration exige des installations coûteuses, encombrantes et peu mobiles. Nous avons déjà décrit une installation d'épuration reposant sur la filtration de l'eau d'un étang sur des couches successives de coke, de sable et de charbon de bois : c'est là un procédé d'exception.

Procédés physiques

Les procédés physiques qui utilisent la chaleur, l'électricité, l'ozone, les rayons ultra-violets, ne sont pas plus pratiques que les procédés mécaniques. Il faut insister cependant sur ce fait que l'ébullition est

recommandée aux troupes chaque fois qu'elles n'auront pu se procurer d'eau stérilisée. Par ce moyen, l'eau est suffisamment épurée en dix minutes ; mais bouillie, l'eau perd son oxygène et son acide carbonique et elle présente un goût fade. On conseille alors aux hommes de consommer leur eau sous forme d'infusion de thé ou de café ; ils ont ainsi une boisson aromatisée, agréable et inoffensive.

Pour rendre pratique dans la zone des armées les différents procédés que nous avons signalés, des appareils ingénieux ont été imaginés.

Parmi ces appareils, les *voitures du Touring-Club* occupent la première place.

On sait avec quelle activité le Touring-Club s'est occupé, en temps de paix, des questions d'hygiène. Il a voulu affecter une partie des fonds de l' « Œuvre du soldat au front » à l'alimentation en eau potable des armées d'opération.

Les représentants du Touring-Club proposèrent donc de fournir des voitures d'eau potable. L'autorité militaire dressa un programme consistant à mettre sur ces voitures un appareil filtrant pour rendre l'eau limpide et des cuves rectangulaires bien calibrées pour y stériliser l'eau avec le minimum d'hypochlorite.

Un concours fut ouvert entre divers constructeurs, et la préférence alla au projet établi par M. Buron,

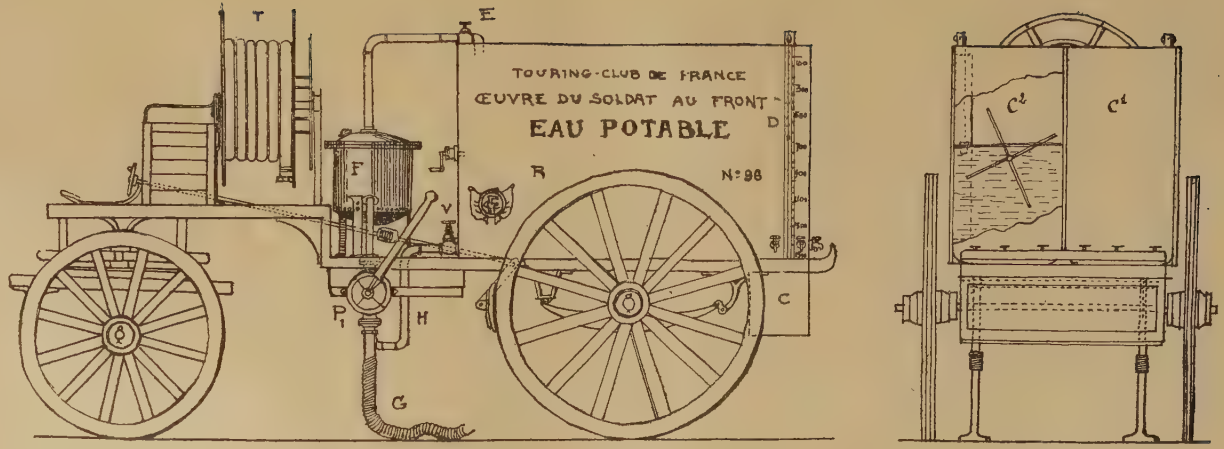


Fig. 3. — Voiture d'eau potable

à qui le Touring-Club passa, par marché du 11 août 1915, commande de 100 voitures à raison de 4.800 francs par voiture.

« La voiture d'eau potable » (fig. 3) est du type de la voiture régimentaire du génie. « Elle porte deux pompes, avec leur tuyauterie, un filtre clarificateur à éponges et deux cuves de stérilisation en tôle ; la première pompe P^1 est destinée à puiser l'eau brute au point d'eau (source, rivière, puits, canal, etc.) près duquel la voiture s'arrête, et à la refouler, à travers le filtre F, dans l'une ou l'autre des deux cuves C^1 ou C^2, où on la stérilise par l'hypochlorite de soude. La pompe P^2 reprend ensuite l'eau filtrée et stérilisée, emmagasinée dans l'une des deux cuves C^1 et C^2 et la refoule dans les tonneaux sur voiture, au moyen desquels se fait l'approvisionnement en eau potable des différents cantonnements (1). »

Le clarificateur est du système imaginé par M. Buron. Il se compose d'éponges trempées dans une solution de cachou pour les rendre imputrescibles. Ils sont d'un usage courant dans de nombreuses administrations à Paris pour clarifier les eaux de rivières. Environ tous les mois et plus si l'eau brute employée est très trouble, il convient de procéder au nettoyage du clarificateur par contre-courant avec de l'eau filtrée ou stérilisée. Une ou deux fois par an il faut procéder à un nettoyage plus complet de tout

---

1. Colmet d'Aage. *Annales d'Hygiène publique et de Médecine légale*, janvier 1916.

le filtre, en lavant à pleine eau les matières filtrantes jusqu'à ce qu'elles ne rejettent plus d'impuretés.

Vide, la voiture filtre ne pèse que 1.200 kilos environ. Elle peut donc circuler facilement même dans des chemins de terre. Elle porte sous le plateau quatre chambrières manœuvrant à vis et qui permettent, à l'arrêt, de soulager les roues et de faire porter à la voiture la surcharge de 3.000 kilos d'eau, représentant la charge des deux cuves de stérilisation. Elle fournit un débit de 3.000 litres à l'heure et peut, en conséquence, donner facilement 25 à 30.000 litres par jour.

La première voiture-type a été réceptionnée le 16 août 1915. Un premier lot de 15 voitures a été présenté le 10 septembre et un autre de 60, fin octobre 1915. Il y en a, en principe, une par division.

Dès le 18 novembre, M. le médecin-inspecteur général Chavasse, dans une circulaire n° 949 6/S, réglementait le fonctionnement et la surveillance de ces voitures. Les laboratoires de bactériologie et de chimie doivent pratiquer chaque mois une analyse bactériologique et chimique complète des eaux d'alimentation fournies par les voitures du Touring-Club utilisées dans l'armée à laquelle ils appartiennent.

Ces expertises doivent être pratiquées avant l'arrivée dans le clarificateur et quarante-cinq minutes après l'épuration. Elles comportent: 1° la recherche et la numération du colibacille par le procédé du professeur Vincent et son identification ; 2° la numé-

ration des autres germes par l'isolement classique en gélatine (boîtes de Pétri).

La technique de la javellisation sera scrupuleusement suivie d'après les prescriptions de la note n° 4690/S du 25 septembre 1915.

Les résultats des analyses feront l'objet d'un rapport spécial qui sera adressé par la voie hiérarchique à la direction générale du Service de Santé le 1er de chaque mois, et seront accompagnés d'autres renseignements concernant l'aspect de l'eau avant et après la stérilisation, la date des derniers nettoyages.

Voici, à titre d'exemple, une analyse complète d'une eau stérilisée par une voiture-filtre.

Eau des voitures du Touring-Club

Numéro de la voiture et de la division : n° 57 de la 11e division d'infanterie.

Localité et endroit où elle est installée : étang de Gérard-Sas.

Aspect général de l'eau :

a) Avant le puisage, légèrement louche.
b) A la sortie du réservoir distributeur, légèrement louche.

Date des derniers nettoyages :

a) Des réservoirs..... 1er avril
b) Du clarificateur..... 1er avril

Extrait de Javel

Titre chlorométrique. 14,30 de Cl libre par litre.
Quantité utilisée..... 75 cmc. pour 1.500 litres.

Analyse chimique

Avant l'arrivée dans les voitures :

Chlorures	15 mgr. 2
Nitrites	Néant
Nitrates	2 mgr.
Ammoniaque	Néant
Oxygène absorbé en liqueur alcaline.	3 mgr. 6
Phosphates	Néant
Degré hydrotimétrique total	15°

Quarante-cinq minutes après épuration :

Chlorures	19 mgr. 5
Nitrites	Néant
Nitrates	2 mgr.
Ammoniaque	Néant
Oxygène absorbé en liqueur alcaline.	3 mgr.
Phosphates	Néant
Degré hydrométrique total	15°

Analyse bactériologique

1° Avant l'arrivée dans la voiture :

10.000 colibacilles par litre
plus de 10.000 germes par centimètre cube

2° Quarante-cinq minutes après épuration :

0 colibacille par litre
1.200 germes par centimètre

Prélèvement fait le 12 avril 1916.

Cette analyse (prise entre cent) montre l'efficacité manifeste de la javellisation par la disparition des colibacilles et la diminution des germes.

Nous attirons l'attention sur ce fait que l'eau était louche à la sortie du distributeur. Ceci était très fréquent au début de l'utilisation des voitures filtres. Les récipients étant en fer, la rouille les attaque avec la plus grande rapidité et peut avoir facilement raison de l'épaisseur des tôles. La quantité de rouille qui se dépose paraît très forte, car les 200 à 300 derniers litres d'eau sortent rouges. D'où la nécessité d'enduire l'intérieur d'une substance protectrice. On emploie un vernis spécial à base de goudron. On brosse fortement l'intérieur des réservoirs pour enlever la rouille et on étale deux couches de ce vernis. On laisse sécher quinze jours, temps nécessaire avant de pouvoir pratiquer le même vernissage du deuxième réservoir. Il faut environ 1 kgr. 500 à 2 kilos de vernis.

Quand l'eau est très souillée (limon et matières en suspension), par exemple à la suite de grandes pluies, le clarificateur de la voiture est insuffisant. Dans ces cas il faut augmenter la dose d'eau de Javel et surveiller la stérilisation par des analyses fréquentes.Si l'eau javellisée présente un goût de chlore, une note du Grand Quartier général n° 1260/S, en date du 28 décembre 1915, prescrit d'ajouter une faible quantité d'une solution d'hyposulfite de soude à 1/10. Enfin, quelques détails de construction

doivent être améliorés pour éviter les incidents qui pourraient entraver ou retarder la stérilisation. C'est ainsi que les tubes de toile devraient avoir des raccords en bronze, la toile se détériorant très vite au contact de la rouille.

Il faudrait des bouchons à vis de vidange à la partie inférieure des tuyauteries, car l'eau en se congelant peut les faire éclater. Pour la même raison, il faudrait entourer de balle d'avoine les corps de pompe et le filtre.

Néanmoins, ces voitures ont l'avantage d'assurer une meilleure stérilisation des eaux distribuées aux troupes, de fournir une eau presque toujours limpide, alors que les eaux de sources ou de puits seront troublées par les pluies, enfin, de multiplier les points d'eau, en permettant l'utilisation des rivières, ruisseaux et étangs.

Le même appareil, mais de dimensions plus grandes, a été installé sur *bateau*. Le clarificateur a un débit de 10 mètres cubes à l'heure et envoie l'eau dans deux réservoirs de 13 mètres cubes chacun, où se fait la javellisation. Deux pompes envoient, l'une, l'eau de la rivière ou du canal dans les réservoirs à travers le filtre, l'autre, du réservoir dans les voitures régimentaires.

On emploie comme bateaux, des flûtes de l'Ourcq, qui, étant données leurs petites dimensions (28 m. 50 de long et 3 m. 15 de large), peuvent circuler sur des rivières ou canaux encombrés. On peut aussi les

transporter en chemin de fer et l'un d'eux a été envoyé par rail de Paris à Calais, pour être utilisé sur les canaux du Nord. Cinq bateaux semblables ont été aménagés. Les analyses ont montré que l'eau qu'ils distribuent était parfaitement épurée.

Les voitures filtres du type Ransome rassemblent, dans une combinaison heureuse, un procédé mécanique et un procédé chimique (fig. 4).

L'épuration mécanique qui constitue l'originalité de cette voiture repose sur le principe suivant;

L'eau à filtrer est d'abord mélangée à une solution d'alun qui précipite les matières organiques. Elle est ensuite refoulée dans un récipient formé d'un grand cylindre A se terminant en cône à sa partie inférieure. Dans ce cylindre s'en trouve un second (cuve B) plus petit ouvert en haut (B) dont les parois sont séparées du premier par un espace annulaire large de 5 centimètres. Ainsi se trouvent constitués trois espaces distincts : un inférieur conique (*a*) dit laveur ; une chambre filtrante (*c*) ; une cuve (B) située au fond de la chambre filtrante.

Un tube, servant à amener l'eau, traverse le laveur et la cuve interne et s'arrête à quelque distance de la paroi supérieure de la chambre filtrante. Ce tube, au moment où il traverse le laveur, est étranglé et sectionné, offrant ainsi la disposition d'une trompe à eau.

Du sable fin est disposé dans la cuve intérieure de façon à la déborder légèrement.

VOITURE FILTRE

construite par les Établissements « RANSOME »

échelle de 1/16

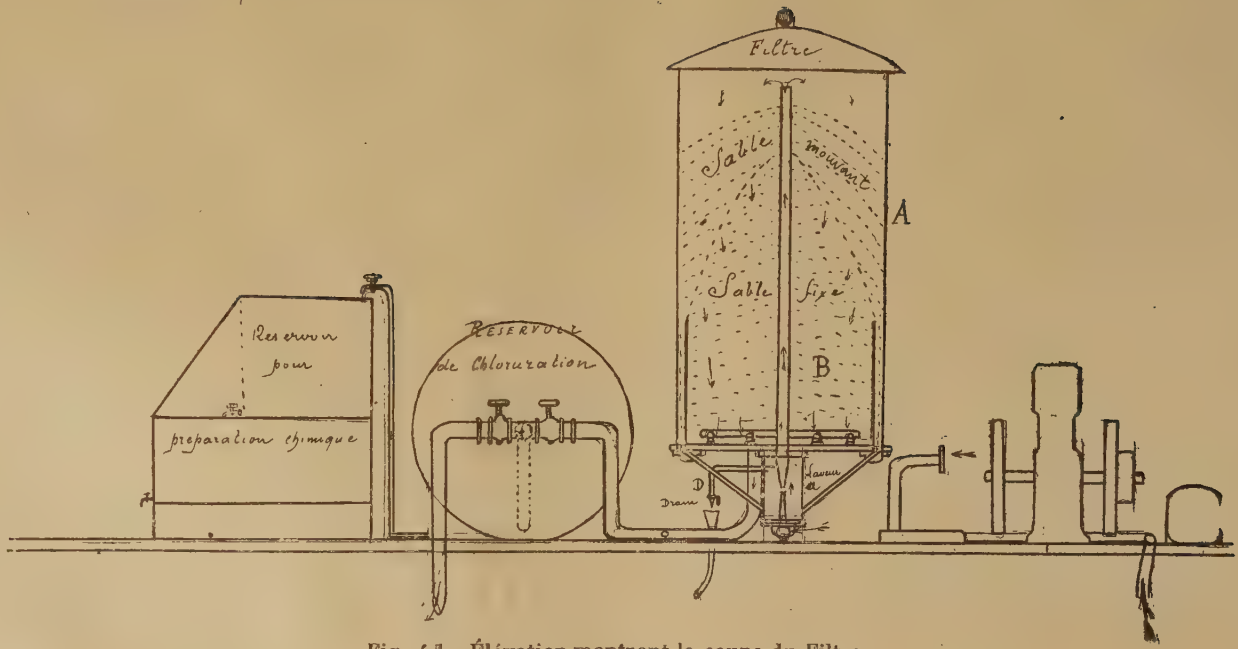


Fig. 4. — Élévation montrant la coupe du Filtre .

L'eau alunée est refoulée dans le filtre par le tube central et le remplit, mais en même temps la trompe du laveur agit par aspiration et fait descendre lentement le sable qui déborde la cuve intérieure dans le laveur ; ce sable mouvant, mélangé ainsi à l'eau, fixe les matières organiques précipitées par l'alun ; il se dépose dans le laveur et y abandonne ces précipités plus légers qui sont évacués par un drain D.

D'autre part, l'eau continuant à arriver dans cette chambre, entraîne le sable qui s'y était déposé ; il y a ainsi une circulation continue du sable mouvant. D'un autre côté, arrivée à la partie supérieure du filtre, l'eau retombe sur le sable de la cuve (sable fixe) qui agit comme un filtre ordinaire.

Grâce à l'élimination des principales impuretés, faite par auto-lavage du sable mouvant, le filtre Ransome peut fonctionner sans nettoyage pendant une période de quatorze à vingt-huit jours ou même plus, suivant l'état de l'eau à l'arrivée.

Ce dispositif a été adopté par la ville de Toronto au Canada où 10 filtres Ransome ont été installés filtrant chacun 27.260 mètres cubes par vingt-quatre heures. Ils ne sont pas sous pression quand ils marchent, mais ils sont ouverts à leur partie supérieure.

Contrairement à ceux de Toronto, le filtre de la voiture Ransome fonctionne sous pression. A cet effet, il existe sur la voiture un moteur à essence destiné à actionner une pompe aspirante et foulante. Une autre pompe envoie une solution d'alun dans le

tuyau d'amenée d'eau avant son arrivée dans le filtre. Il se forme un précipité blanc de sulfate d'alumine dans l'eau qui se trouve ainsi « laquée ».

Le débit est de 1.800 litres à l'heure. A lui seul, le filtre à sable mouvant a un rendement bactériologique de 98 o/o. Mais pour la voiture Ransome comme pour celle du Touring-Club, l'autorité militaire a exigé une épuration chimique complémentaire.

C'est pour cela qu'il est adjoint au filtre à sable mouvant, un récipient d'une capacité de 900 litres, où l'eau amenée du filtre est stérilisée par une solution de chlorure de chaux.

En résumé, la voiture du type Ransome pour l'alimentation en eau des troupes en campagne comprend :

Un filtre « Ransome » à sable mouvant débitant continuellement 1.800 litres d'eau à l'heure ;

Un moteur à essence de 1 cheval 1/2 ;

Une pompe d'alimentation d'eau ;

Un réservoir de contact pour stériliser définitivement l'eau déjà filtrée ;

Un bassin d'alimentation d'eau surmontant quatre petits bassins jumelés pour la préparation des coagulants destinés à précipiter les impuretés de l'eau avant la filtration ;

Deux petites pompes à débit réglable pour l'alimentation en produits chimiques ;

Un manomètre à trois branches, tuyauterie et accessoires.

Les divers appareils, pour donner à l'ensemble toute l'homogénéité et la mobilité désirables, ont été groupés sur une unique plate-forme de camion automobile, dont les parties latérales se relèvent pendant le transport sur route. Une tente recouvre et enveloppe le tout.

Cette installation étant mobile, l'eau filtrée peut être délivrée par le tuyau de sortie de la voiture filtre, directement dans les récipients d'eau potable que l'on désire alimenter.

Si l'on veut en outre distribuer de l'eau potable dans des cantonnements éloignés du lieu où fonctionne le filtre, on en emplit la *voiture réservoir*.

Cette voiture comporte un réservoir cylindrique de 1.800 litres correspondant au débit horaire du filtre.

A la partie postérieure se trouve une plate-forme de manœuvre et une pompe semi-rotative permettant de refouler l'eau du réservoir dans les récipients à remplir, même si ceux-ci sont à un niveau plus élevé que la voiture.

Comme prix de revient pour 1.800 litres d'eau potable obtenue en une heure, il faut compter un litre et demi d'essence pour le fonctionnement des pompes, 100 grammes de sulfate d'alumine et 10 gr. de chlorure de chaux.

Nous signalerons enfin un appareil filtrant expérimenté au laboratoire de la 1re armée, bien qu'il

n'ait pas été employé jusqu'ici, parce que le principe sur lequel il repose paraît susceptible de donner des résultats. Le principe a été exposé dans les termes suivants par le médecin-chef de ce laboratoire :

« Le problème de la stérilisation de l'eau par l'hypochlorite se pose de la façon suivante :

« 1° Faire agir sur l'eau souillée une quantité d'hypochlorite en excès pour se mettre sûrement à l'abri des contaminations accidentelles ;

« 2° Faire agir sur cettee au épurée un agent neutralisant dont l'action soit immédiate et puisse se faire au moment *même* où l'eau est prélevée pour l'usage ;

« 3° Trouver un dispositif qui permette d'effectuer ces manipulations avec le maximum de simplicité. »

Le laboratoire de bactériologie de la n^e^ armée propose le procédé et l'appareil suivant :

A. — *Procédé chimique d'épuration et de neutralisation*

L'épuration s'obtient par le contact de l'eau souillée avec un hypochlorite (eau de Javel, stérilo, etc.) ; la neutralisation de l'excès de cet hypochlorite par le contact de l'eau épurée avec de l'hyposulfite de soude.

L'hypochlorite doit être employé en excès. On peut mettre par exemple 1 centimètre cube de stérilo par litre d'eau à épurer. Quant à la quantité d'hyposulfite, elle dépend naturellement de la quantité

d'hypochlorite dont on a fait usage pour la stérilisation.

Quelques essais chimiques rapides permettent de déterminer le taux d'hyposulfite à employer.

Ces essais reposent sur la réaction suivante :

Si l'on met dans un tube à essais 10 centimètres cubes d'eau et si après addition de 1 à 2 centimètres cubes d'eau d'aniline phéniquée (eau d'aniline phéniquée : phénol 8 gr., aniline pure 1 cmc , eau tiède 200 cmc.) on chauffe, on obtient une coloration bleue si l'eau contenait du chlore. On prendra donc un litre d'eau, on y ajoutera 1 centimètre cube de stérilo.

On préparera d'autre part, une solution d'hyposulfite de soude à 50 o/oo.

On ajoutera au litre d'eau hypochlorité 2 cmc. 5 de la solution d'hyposulfite et on fera sur le mélange la réaction à l'aniline.

Si la coloration bleue apparaît, c'est qu'il n'y avait pas assez d'hyposulfite : on refera un essai, en mettant cette fois 4 centimètres cubes d'hyposulfite par litre.

On arrive ainsi après quelques tâtonnements à déterminer la quantité de la solution d'hyposulfite à employer.

B. — *Appareil.*

Il se compose de trois récipients de volume inégal.

Le premier renferme l'eau à épurer pendant son

contact avec l'hypochlorite. Ce sera un tonneau de grande capacité ; 5 à 600 litres par exemple, qu'on installera sur un tréteau à 1 m. 50 du sol.

Un robinet en bois dont l'ajutage se prolonge par un tuyau en caoutchouc est placé à son extrémité inférieure.

Le second récipient renferme la solution d'hyposulfite. Cette solution pouvant être concentrée, le récipient peut être de petit volume : une bouteille, un bock laveur, conviennent parfaitement.

Mais un dispositif simple doit permettre de prélever pour chaque distribution d'eau la quantité strictement nécessaire à sa neutralisation.

On peut dans ce but, procéder de la façon suivante :

Au goulot d'une bouteille, dont le fond a été coupé, on adapte un robinet en bois. On fixe la bouteille contre la paroi externe du tonneau à hypochlorite, le goulot en bas. Sous le goulot de la bouteille, on fixe également contre la paroi du tonneau un entonnoir en fer-blanc dont la queue est munie d'un tuyau de caoutchouc, fermé par une pince de blanchisseuse.

Dans ces conditions, on peut successivement remplir l'entonnoir, puis le vider, prélevant ainsi un volume connu de la solution d'hypochlorite.

Le troisième récipient est destiné à effectuer le mélange eau désinfectée-hypochlorite.

Ce sera un tonneau dont le volume correspondra à la quantité d'eau que l'on veut prélever pour une

distribution. Ce tonneau est placé sur un trépied peu élevé, à un niveau inférieur au premier tonneau où se fait le contact avec l'hypochlorite ; il est muni d'un couvercle et d'un appareil mélangeur, simple tige en bois munie de deux palettes perpendiculaires à son axe. Un pivot, fait d'un clou, maintient l'extrémité inférieure de la tige dans le fond du tonneau ; son extrémité supérieure passe par le trou percé au centre du couvercle.

La tige est ainsi maintenue verticale : il est facile de la faire tourner et de brasser le contenu du tonneau. Ce contenu est un mélange de l'eau désinfectée qui y est amenée par le tuyau en caoutchouc fixé au robinet du tonneau supérieur et de la solution d'hyposulfite qui y est amenée par le tuyau en caoutchouc fixé à l'entonnoir ; ces deux tuyaux passant par deux trous percés dans le couvercle. Un robinet est fixé à la partie inférieure de ce tonneau. Une couche de cailloux fins est placée dans le fond du tonneau supérieur et sert à arrêter les débris de bois, de feuilles, etc., qui peuvent être amenés avec l'eau à épurer.

Mise en marche du filtre

Les essais chimiques ont montré par exemple qu'il faut 1 centimètre cube de la solution d'hyposulfite pour neutraliser un litre d'eau désinfectée. D'autre part, la capacité du tonneau inférieur est de 50 litres. Il faudra donc ajouter, chaque fois que l'on

remplira le tonneau inférieur, à l'eau épurée qu'on y aura versée 50 centimètres cubes d'hyposulfite.

Pour déterminer le niveau jusqu'où, dans l'entonnoir, il faudra verser l'hyposulfite pour avoir cette quantité, on y verse d'abord 50 centimètres cubes d'eau et on perce un trou dans la paroi au niveau où s'arrête le liquide.

L'infirmier chargé de la désinfection n'aura, à l'avenir, qu'à verser de l'hyposulfite dans l'entonnoir jusqu'au moment où quelques gouttes s'écouleront par le trou.

L'appareil fonctionnera alors dans les conditions suivantes. Si une distribution d'eau est prévue pour 8 heures par exemple, à 6 heures on verse dans le tonneau supérieur d'abord de 20 à 25 litres d'eau, puis 300 centimètres cubes d'extrait de Javel, puis le complément en eau des 500 litres, contenance du tonneau.

A 7 h. 30, après avoir jaugé 50 centimètres cubes d'hyposulfite dans l'entonnoir, on ouvre le robinet du tonneau supérieur, puis le tuyau de l'entonnoir.

Quand le tonneau inférieur est rempli, on brasse le mélange eau épurée-hyposulfite, par quelques tours imprimés à la palette.

On laisse reposer pendant cinq minutes et on peut faire la distribution en soutirant l'eau par le robinet du tonneau inférieur.

L'opération peut être renouvelée dix fois sans remplir le tonneau supérieur.

Tout ce que nous venons de dire de l'alimentation en eau des cantonnements de première ligne, nous permettra d'exposer rapidement la question de l'alimentation en eau potable des **tranchées.**

Celles-ci, dans la majorité des cas, empruntent leur eau aux cantonnements de première ligne.

Ce ravitaillement est difficile, il ne peut se faire que la nuit, sous le feu de l'ennemi, dans des conditions telles que l'eau recueillie pure ou stérilisée au cantonnement peut se contaminer facilement au cours des manipulations et des transports. C'est pour cela que les récipients qui servent à ces transports doivent être désinfectés souvent et entretenus dans un état de minutieuse propreté.

Le meilleur mode de ravitaillement des tranchées en eau potable est celui qui consiste à la transporter du cantonnement au poste de secours le plus avancé dans des tonnelets de 30 à 50 litres, à raison d'un par section : on utilise également des pots à lait, des seaux : 10.000 récipients ont été fournis aux combattants jusqu'en octobre 1915.

Ce qu'il faut encore faire, ainsi que l'a indiqué le commandant en chef dans sa circulaire du 27 juin 1915, c'est inciter le commandement, les officiers, les sous-officiers à convaincre leurs hommes de l'utilité de boire l'eau qui leur est apportée pure ou stérilisée par ces ravitaillements. C'est là une question que l'armée allemande semble avoir résolue, comme sur bien d'autres points, avec la plus grande sévérité.

Des officiers prisonniers affirmaient en effet que leurs hommes ne boivent que de l'eau bouillie traitée par les médecins, et comme un colonel d'étapes leur disait: « Vous ne me ferez pas croire que lorsqu'un homme a très chaud, il ne boit pas l'eau qu'il trouve. » — « Si un homme faisait cela chez nous, répondirent-ils, il serait « zigouillé ».

Il est des cas cependant où des soldats, isolés et non ravitaillés pendant une période d'attaque, sont obligés de boire n'importe quelle eau pour apaiser leur soif. Ils utilisent celle qu'ils trouvent dans les trous d'obus, dans les flaques à proximité des tranchées. Ils courent au plus près et il n'est pas rare que des hommes avouent avoir bu de l'eau qui avait l'odeur de cadavre. Ce n'est que dans ces occasions que l'on rencontre des cas d'entérite cholériforme, ainsi que nous en avons observé une épidémie dans deux régiments qui avaient participé à l'attaque de V... et avaient été obligés de boire de l'eau collectée à la surface du sol où gisaient de nombreux cadavres; cette eau renfermait des « ptomaïnes ».

Il y aurait alors intérêt à ce que chaque homme possédât un produit chimique pour stériliser son eau, produit efficace, peu encombrant, sous forme de comprimés. Les comprimés à base de chlorure de chaux selon la formule du pharmacien-major Lecomte suffisant pour stériliser un litre d'eau, contenance d'un bidon, rendraient de grands services et devraient être distribués aux soldats. Il en est de même des

comprimés proposés par M. Samuel Bruère (1) et qui sont les uns de 0 gr. 25 (roses) composés de permanganate de potasse (0 gr. 007), de glycérophosphate de chaux et de phosphate de potasse, les autres (blancs) de 0 gr. 50 renfermant de l'hypophosphate de soude et de l'acide tartrique. Chaque soldat pourrait être facilement muni d'une petite boîte ou d'un étui en métal renfermant un certain nombre de comprimés pour stériliser lui-même l'eau recueillie dans son bidon. Il lui suffirait d'y introduire pour chaque litre d'eau un comprimé rose et cinq minutes après un comprimé blanc et d'attendre dix minutes pour avoir une eau incolore, fraîche et suffisamment stérilisée.

On ne saurait trop se mettre en garde contre les multitudes de produits recommandés par les journaux pour stériliser les eaux. M. Bonjean, qui en a examiné beaucoup, déclare qu'ils sont trompeurs. Bien plus, ils introduisent dans l'alimentation du soldat des matières minérales qui peuvent prendre un caractère nuisible et le but pour lequel ils sont vendus n'est pas du tout atteint, parce que ces produits ne stérilisent ni épurent les eaux.

Tout récemment, le commandement vient d'ordonner de mettre en réserve dans les tranchées des tonnelets ou des bonbonnes d'eau minérale ou d'eau de bonne qualité. Cette eau ne doit être consommée qu'au moment où par suite d'un combat et de tirs de barrage, le ravitaillement en eau ne peut se faire.

1. Samuel Bruère, *Stérilisation de l'eau par le soldat lui-même* (*Paris médical*, janvier 1915).

CHAPITRE II

MATIÈRES USÉES ET CADAVRES

Dans toute agglomération humaine existent des déchets de toutes sortes provenant de l'homme (fèces, urines), de ses vêtements, de son alimentation (débris d'abattoirs, eaux de cuisine). Si l'on n'a pas soin de collecter, de désinfecter ou de détruire ces déchets, ils ne tardent pas à entrer en fermentation, favorisant ainsi le développement des germes pathogènes et provoquant souvent l'apparition de foyers épidémiques.

Dans les armées en campagne, ces matières usées sont plus dangereuses que partout ailleurs, étant donnée l'importance des effectifs rassemblés, le surpeuplement des cantonnements et, il faut bien le dire aussi la négligence habituelle des hommes.

Le principal danger des matières usées réside dans l'infection des aliments. La nappe souterraine, nous l'avons vu déjà, peut être souillée par des germes pathogènes ou des ptomaïnes provenant des matières fécales, de l'urine, des cadavres en putréfaction que leur apportent les eaux de surface par

infiltration. Les mouches attirées par les matières en putréfaction s'y rassemblent, s'y contaminent et vont ensuite se poser sur la viande, le pain, les fruits qu'elles souillent par leur contact.

Les matières usées peuvent aussi abriter des insectes parasites de l'homme, les vêtements, le linge, la literie abandonnée fourmillent parfois de puces, de punaises, de poux ; on connaît le rôle de ces parasites dans la transmission de la peste et du typhus exanthématique.

Ces quelques indications suffisent à montrer avec quels soins l'hygiéniste devra éloigner du cantonnement et des tranchées les matières usées. Nous allons examiner maintenant quelle conduite il devra tenir vis-à-vis de chacune d'elles.

MATIÈRES FÉCALES ET URINES

Les plus dangereuses sans contredit sont les déjections humaines. Qu'il s'agisse d'urines ou de matières fécales, elles sont souvent la cause d'épidémies. Si elles ne sont pas collectées et désinfectées, elles sont délayées et entraînées par les eaux de pluie jusqu'à la nappe d'eau souterraine, ou directement dans les puits qu'elles peuvent contaminer.

La littérature médicale est riche en observations qui montrent dans une source ou un puits l'origine d'un foyer d'épidémie locale de fièvre typhoïde. Il est à noter que la présence des malades atteints de cette affection n'est pas nécessaire pour contaminer

les eaux de boissons ; on sait que le bacille typhique persiste souvent dans le tube digestif d'anciens typhoïdiques guéris, même depuis longtemps.

D'autre part, des individus vaccinés ou rebelles à l'infection typhoïdique peuvent en porter le germe sans en être incommodés, dans leur vésicule biliaire. Ces individus éliminent des bacilles d'Eberth avec leurs matières fécales et leurs urines. Ils sont d'autant plus dangereux que, l'attention n'étant pas attirée sur eux, leurs matières ne sont pas l'objet d'une désinfection spéciale et qu'inconsciemment, ils répandent les agents d'une terrible maladie. C'est dans les Alpes que ces faits furent observés avant la guerre avec le plus de netteté. Des chasseurs alpins, tous bien portants, allaient occuper un poste où ils étaient complètement isolés. Tout à coup, après une longue période où aucun cas ne s'était déclaré, éclatait chez eux une épidémie de fièvre typhoïde. Comme ils n'avaient aucune relation avec d'autres agglomérations humaines, cette explosion épidémique resterait inexplicable si le germe morbide n'avait pas été apporté avec eux par ces hommes cependant tous bien portants. La seule interprétation naturelle est que parmi eux se trouvaient des porteurs sains qui avaient contaminé les eaux par leurs déjections.

De plus, les matières fécales attirent spécialement les mouches qui s'y contaminent et vont ensuite se poser sur les aliments et les souiller.

Pour toutes ces raisons, il importe au plus haut

point de les empêcher de nuire en les collectant et en les désinfectant.

Cette opération est facile en temps de paix. Le casernement moderne possède des latrines bien aménagées en quantités suffisantes.

Il n'en est pas de même en temps de guerre et les cantonnements surpeuplés offrent à ce sujet des ressources insuffisantes : le plus souvent ce sont des fosses fixes, vite remplies, difficiles à vider, et encore sont-elles rares.

Nous connaissons des villages importants où rien à cet égard n'a été prévu : les jardins, les champs et les fumiers tiennent lieu de latrines pour les habitants. Bien plus rarement encore on trouve dans les cantonnements des édicules publics que les soldats peuvent utiliser. Ces édicules devront être désinfectés avec soin au moins deux ou trois fois par jour et arrosés avec des solutions désinfectantes. Ces solutions peuvent être le crésyl à 5 o/o, le sulfate de cuivre à 5 o/o, le sulfate de fer, l'huile lourde de houille, le chlorure de chaux à 2 o/o, on peut également utiliser le lait de chaux qui a l'avantage de se trouver partout.

Pour être efficaces, ces antiseptiques doivent pouvoir pénétrer dans toute la masse des matières, d'où la nécessité de ne pas opérer sur des quantités trop considérables et de répéter l'opération plusieurs fois dans le courant de la journée.

Lorsque les latrines existantes sont insuffisantes, ce qui est presque toujours le cas à l'avant, on y

supplée par des installations improvisées. Ces installations de fortune portent le nom de feuillées parce qu'elles sont habituellement entourées de branchages formant clayonnage.

Quelle que soit leur disposition, les règles suivantes doivent être suivies dans le choix de leur remplacement.

Éviter le voisinage des puits et divers points d'eau, se rapprocher autant que possible des locaux habités par les hommes qui doivent en faire usage. L'accès en sera facilité par un chemin court et sec, indiqué par des écriteaux apparents. Ces feuillées seront autant que possible éclairées la nuit.

Il existe plusieurs types de feuillées : la plus simple, celle qui est réglementaire pour les troupes en campagnes, se compose d'une rigole creusée dans une prairie ou un champ. C'est un sillon étroit, taillé à pic et aussi profond que la pioche le permet ; sa largeur ne doit pas dépasser celle de la pelle réglementaire (0 m. 30). Elle doit être orientée de façon que le vent dominant ne ramène pas les émanations sur le cantonnement. La terre du déblai est rejetée à 30 centimètres à droite et à gauche du sillon, de façon que l'homme puisse placer un pied sur chaque bord et se mettre à cheval sur la fosse où tomberont directement les déjections. La longueur du sillon doit être de 10 mètres pour 100 hommes.

Avant de quitter la feuillée, chaque visiteur doit recouvrir les déjections qu'il a déposées avec la terre du déblai ; de plus, tous les jours on doit

désinfecter la feuillée avec du lait de chaux ou des solutions antiseptiques, puis couvrir les déjections avec une couche de terre.

Quand les fosses sont à moitié remplies, on les comble avec de la terre qu'on foule fortement jusqu'à ce qu'on arrive au niveau du sol, et on marque l'emplacement avec des pierres ou des branchages.

Ce système très simple peut convenir à une troupe qui se déplace et qui doit faire chaque jour une feuillée nouvelle.

Mais dans les périodes de stationnement il n'en est plus de même. Il est difficile d'obtenir des hommes qu'ils rebouchent chaque matin la feuillée de la veille, pour en creuser à côté une nouvelle. Le feraient-ils, qu'ils auraient bien vite rendu inutilisables de grandes surfaces de terrain et que le choix d'un emplacement nouveau répondant aux desiderata indiqués deviendrait impossible. De plus, si la feuillée est employée plusieurs jours de suite, les bords s'effondrent avec la plus déplorable facilité sous les pieds des premiers occupants, ne laissant aux suivants qu'un cloaque aux contours mal délimités, où ils redoutent à bon droit de s'aventurer et dont ils s'écartent progressivement.

On peut, pour remédier à ces inconvénients, approfondir la feuillée réglementaire. On ne doit pas craindre de creuser jusqu'à 1 m. 40 pour éviter que la fosse, à moitié remplie, soit comblée par une couche de terre beaucoup trop mince.

On consolidera les bords, surtout dans la saison

des pluies, à l'aide d'un cadre en planche. Vachez conseille d'obturer la fosse pour la mettre à l'abri des mouches, mais cette pratique nous semble peu applicable dans les cantonnements de repos où le soldat ne demande et utilise que les appareils les moins compliqués.

Il sera bon aussi de l'entourer d'une enceinte. Cette précaution est jugée inutile par certains, sous prétexte que la pudeur du troupier est le plus souvent bien émoussée après quelques mois de campagne ; mais il ne faut pas généraliser, et bien des hommes, les gradés surtout, préfèrent être à l'abri des regards indiscrets. Ils évitent la feuillée, réduite à la fosse non entourée, et vont souiller le terrain environnant de leurs déjections. Souvent la pose de l'enceinte en branchages ou en toile (Vachez) ramène dans le bon chemin ceux qui avaient tendance à s'en écarter.

La feuillée réglementaire, ainsi améliorée, peut donner de bons résultats si elle est bien entretenue. On peut lui reprocher d'être petite pour des effectifs nombreux et de nécessiter le renouvellement fréquent de la fosse.

Pour répondre à cette objection, une unité de notre armée a imaginé un autre grand modèle d'exécution aussi très simple (fig. 5) Il se compose d'une grande fosse de 1 m. 50 de profondeur, 0 m. 50 de largeur et 2 mètres de long. Elle est recouverte d'un plancher percé d'ouvertures en nombre variable. Les parois de clôture et les cloisons de séparation formant

isoloirs sont faits en bois ou en roseaux, et la toiture, d'un clayonnage simple ou mieux d'un papier goudronné. Chaque jour on projette dans cette fosse de l'huile de schiste battue dans l'eau, dans la proportion de 1/20 : on obtient ainsi non seulement la désinfection et la désodorisation des excréta, mais aussi l'éloignement complet des mouches. La désin-

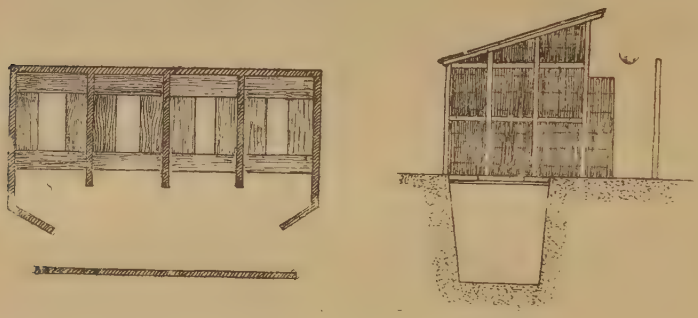


Fig. 5

fection peut encore être obtenue en versant dans la fosse du goudron de houille auquel on met le feu, ou encore du chlorure de chaux sur lequel on projette une solution de crésyl qui dégage une forte chaleur et désinfecte davantage.

La feuillée du type réglementaire, la feuillée Vachez et celle du 30e corps présente tous les inconvénients suivants au point de vue de l'hygiène. Les matières fécales n'y sont désinfectées qu'en surface, la contamination de la nappe profonde est possible. Les mouches y ont un accès facile, d'où dissémination des germes.

Si l'on veut obtenir une désinfection des fèces plus complète et plus certaine, prévenir la dissémination des germes par les mouches, éviter les odeurs, on peut s'adresser au système imaginé par M. le médecin-major Bué, la « feuillée fosse » (fig. 6).

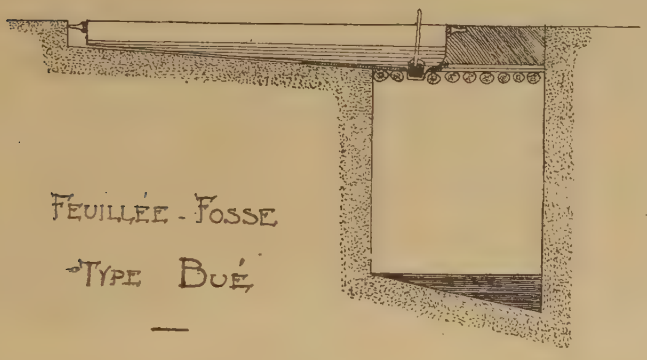


Fig. 6

Son principe consiste à recueillir les excréments dans un récipient rempli d'une solution antiseptique que l'on peut vider régulièrement dans une fosse ordinaire filtrante.

Ce dispositif possède les avantages suivants :

1° Les fèces submergées dans une solution désinfectante sont désinfectées et désodorisées ;

2° Elles sont à l'abri des mouches, hôtes habituels des feuillées ;

3° Elles peuvent, après un contact de six heures au moins et de vingt heures au plus avec le liquide antiseptique, être vidangées sans crainte de contamination des nappes aquifères, grâce à leur désinfection totale.

L'appareil de M. le médecin-major Bué se compose d'une auge en bois de 3 mètres de long, d'une largeur de 25 centimètres au fond et de 27 à l'ouverture, d'une profondeur de 20 centimètres à une extrémité et de 35 à l'autre. A cette dernière extrémité la plus déclive du fond, on pratique un orifice de 16 centimètres à 18 centimètres de diamètre, l'on obture au moyen d'un bouchon en bois conique de 7 centimètres de diamètre, entouré d'une bande de cuir ou de chanvre pour obtenir une étanchéité parfaite.

Une auge en bois suffit, mais si on veut la consolider et la rendre plus étanche, on peut la doubler intérieurement au moyen d'une tôle galvanisée.

Le prix de revient avec ce revêtement métallique était de 30 francs en 1915, il est actuellement de 50 francs.

Cette auge ainsi confectionnée est placée dans une rigole de 2 m. 50 de long, de telle sorte que l'extrémité avec l'orifice de vidange surplombe une fosse de 1 m. 50 au carré et de 2 m. 50 de profondeur. Les bords de l'auge doivent effleurer la surface du sol. L'orifice de la fosse est obturé par des solives horizontales soutenant l'extrémité libre de l'auge et recouvertes de terre.

Pour compléter l'installation, on entoure l'auge par une haie ou par des clayonnages en bois ou en roseaux, on peut diviser la feuillée en compartiments par des cloisons formant isoloirs, et recouvrir le tout

par une toiture en chaume, roseaux, bois ou carton bitumé.

L'appareil est prêt à fonctionner dès qu'on a mis dans l'auge une solution de crésyl à 3 o/o ou un lait de chaux à 15 o/o. La quantité de liquide nécessaire pour recouvrir les matières fécales est de 70 litres environ dans l'auge avec les dimensions adoptées. Le vidage se fait en enlevant le bouchon conique ; le liquide, grâce à la pente, se vide rapidement entraînant avec lui matières et papiers. Balayer, rincer à l'eau, le nettoyage est complet. Il suffit de verser une nouvelle solution antiseptique et la feuillée est de nouveau prête à fonctionner.

Cette opération sera renouvelée plus ou moins souvent dans la journée, suivant l'importance des effectifs qui utilisent l'appareil.

Ce système de feuillée fonctionne très longtemps sans qu'on soit obligé de vidanger la fosse. Il est utilisé depuis le mois d'avril 1915 dans la nº armée et a manifesté sa réelle supériorité surtout pendant les mois de grande chaleur. Désinfectant et désodorisant les matières en les immergeant, il éloigne les mouches, et n'est pas d'un abord désagréable comme les autres feuillées et tinettes ordinairement employées. Enfin, alors que toute fosse fixe non étanche est dangereuse par la contamination possible des eaux souterraines, la feuillée-fosse ne présente pas cet inconvénient puisqu'elle ne reçoit que des matières préalablement désinfectées.

Pendant la nuit il est recommandé de disposer dans

le cantonnement des tinettes, les feuillées éloignées des logements des hommes et non éclairées n'étant pas et ne pouvant pas être fréquentées comme le jour. Ces tinettes renfermant une solution désinfectante de crésyl ou de sulfate de cuivre sont vidées dans les feuillées chaque matin.

Au même titre que les matières fécales, les *urines* sont dangereuses et devront attirer l'attention de l'hygiéniste.

Au cantonnement il est indiqué de construire des urinoirs. Les hommes ayant tendance à rechercher, pour uriner, les coins de muraille, les ruelles écartées, il arrive que certains de ces endroits deviennent rapidement de véritables cloaques exhalant une odeur insupportable et attirant les mouches.

Tous ces points du cantonnement seront repérés, arrosés d'antiseptiques et surtout de lait de chaux qui, laissant une trace visible, attire l'attention. Il sera bon aussi d'y placer un écriteau muni d'une flèche indiquant la direction de l'endroit spécial. Celui-ci sera construit d'après le type général suivant:

Contre un mur ou une palissade en bois, une auge également en bois goudronnée est fixée légèrement oblique, l'extrémité la plus basse se continuant par un tuyau de chute en zinc qui aboutit à une tinette métallique ou directement à un égout si la chose est possible. Une claie ou une palissade entoure l'édifice qui est recouvert en carton bitumé. On peut enfermer la tinette dans une sorte de caisse fermée,

ce qui a l'avantage d'éviter la présence des mouches. Plusieurs fois par jour, il faut verser dans les urinoirs une solution antiseptique. On peut aussi installer facilement un système de chasse automatique. Pour cela, on dispose à 0 m. 50 au-dessus de la rigole inclinée, un réservoir allongé en bois goudronné qu'on remplit d'eau crésylée du côté de l'extrémité élevée de la rigole ; ce réservoir est percé d'un trou muni d'un robinet en bois par où l'eau crésylée s'écoule goutte à goutte dans un récipient d'un litre (boîte de conserve vide par exemple) fixé à 20 centimètres au-dessous. Dans le fond de ce récipient on pratique un trou bouché au liège et dans le bouchon on fait passer un tube de verre que l'on coiffe d'un petit flacon en verre dit goulot. On a ainsi réalisé un siphon qui s'amorce automatiquement quand le niveau de l'eau dans le récipient atteint le fond du flacon ; on règle le débit du robinet pour que le récipient se remplisse en une demi-heure.

Les installations que nous venons de décrire sont inutilisables dans les *tranchées*. Trop difficiles à dissimuler, trop encombrantes, elles attireraient le feu de l'adversaire, nécessiteraient une place trop grande et il serait d'ailleurs trop dangereux de les établir, étant donné que les travailleurs se trouveraient constamment exposés aux projectiles ennemis.

Le péril fécal est cependant bien plus grand aux tranchées que dans les cantonnements, les déjec-

tions étant forcément déposées dans la proximité immédiate des hommes qui occupent ces travaux de défense.

L'expérience a montré qu'il fallait de toute nécessité mettre des feuillées ou des tinettes à la disposition des hommes aussi bien défilées que toutes les autres parties de la tranchée. Pour cela, on creuse un boyau, sorte de diverticule aboutissant à un cul-de-sac plus large également abrité (fig. 7).

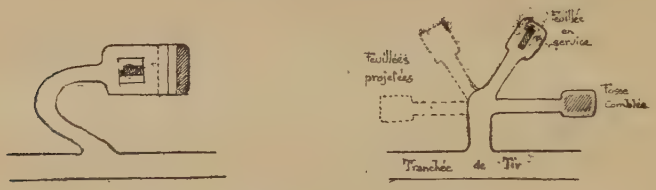


Fig. 7. — Feuillées aux Tranchées

Dans ce cul-de-sac on peut établir une feuillée du type Vachez avec bords doublés d'un cadre en bois. Ce système est bon l'été, à condition qu'il soit surveillé et que plusieurs fois par jour des corvées viennent y verser en grande quantité du chlorure de chaux ; mais pendant la saison des pluies et surtout l'hiver dans certains terrains sableux, il est fréquent de voir l'eau s'accumuler dans la feuillée, en désagréger les parois et s'infiltrer jusque dans les tranchées. Il est préférable alors d'avoir recours à des tinettes (fig. 8). Celles-ci doublées de paille et contenant du crésyl sont placées dans le diverticule de la tranchée, au fond d'un trou creusé pour les recevoir et recouvert d'un plancher percé d'une ouverture où

se place le visiteur. Les tinettes sont enlevées chaque matin et vidées dans une fosse éloignée.

Détritus

Les détritus de toutes sortes, débris de végétaux, boîtes de conserves, os, déchets de viande, eaux de cuisine, vêtements, objets de pansement, chiffons,

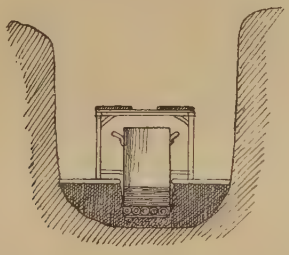


Fig. 8. — Tinette mobile aux Tranchées

laine, paille, couchage, débris de bois, sont, après les matières fécales, avec les fumiers, les matières usées les plus nombreuses et les plus dangereuses aussi.

Abandonnés, ces produits fermentent, souillent les eaux et en été favorisent la pullulation des mouches et des parasites dont nous avons déjà vu le rôle actif dans la propagation des maladies épidémiques.

L'amoncellement des fumiers accumulés dans les cantonnements est souvent considérable ; c'est ainsi qu'un groupe de brancardiers, dans le village de G..., en a enlevé 1.500 tombereaux. Les amas de fumiers où

sont aussi collectés tous les détritus doivent être désinfectés au moyen de chlorure de chaux ou d'une solution de crésyl.

La destruction des détritus présente donc une importance capitale. Pour la réaliser on peut employer deux procédés : l'incinération ou l'enfouissement après désinfection quand l'incinération n'est pas possible.

Le général commandant en chef a ordonné l'incinération comme étant le procédé de destruction le plus sûr, le plus complet, le plus économique et le plus hygiénique. « Toute agglomération de troupe, même d'un effectif réduit stationné en un point où elle peut faire du feu, doit pouvoir disposer d'un incinérateur à marche continue, destiné à brûler tous les détritus, même les boîtes de conserves, pour les débarrasser de tous les déchets susceptibles de favoriser l'éclosion des mouches. » (1)

Dans l'armée anglaise, une caractéristique des cantonnements et des formations sanitaires est l'usage régulier, réglementaire des fours incinérateurs. Ils fonctionnent partout sans interruption, même dans les cantonnements du front.

Ces fours présentent plusieurs formes suivant les circonstances et les ressources locales. Dans les cantonnements de repos très près du front on se dispensera d'installer des constructions coûteuses. Le four le plus pratique sera celui qui sera simple, et

1. Note n° 247/DA en date du 24 avril 1915.

d'installation rapide. Il est réalisé par le four Indien que les soldats improvisent rapidement, sans autres matériaux que la terre (fig. 9). Il consiste en une enceinte circulaire faite de terre mouillée et battue, haute de 1 m. 50 à 2 mètres, d'un diamètre de 2 mètres

Fig. 9. -- Four Indien

et restant ouverte à sa partie supérieure. Quatre orifices placés à la base, aux extrémités de deux diamètres perpendiculaires et constitués par de grosses boîtes de conserves sans fond, sont disposés pour le tirage. C'est là que l'on peut brûler, à l'air libre, au fur et à mesure de leur collecte, toutes les ordures ménagères et les déchets de toutes sortes y compris ceux des cuisines. Notons que les boîtes de conserves facilitent la combustion par la graisse qu'elles contiennent et l'obstacle qu'elles opposent au tassement des détritus.

On peut installer un four rectangulaire ayant les mêmes dimensions que le précédent si on dispose de briques. Il suffit de les placer de champ de telle sorte que leur superposition laisse un espace vide entre

chacune d'elles, formant ainsi des parois ajourées pour le tirage.

La combustion qui se fait sur le sol est lente et dégage beaucoup de fumée. Elle s'obtient en enflammant les ordures, en les arrosant préalablement d'une petite quantité de pétrole ou en allumant d'abord des débris de paille ou de bois. On peut d'ailleurs activer cette combustion en plaçant sur le sol des barres métalliques comme support des matières à incinérer. On obtient encore de meilleurs résultats, si on dispose à 0 m. 50 du sol une grille métallique comme le fait la section d'hygiène de la n^e armée. Cette modification, tout en activant la combustion, permet d'enlever facilement les cendres, et n'augmente pas sensiblement le prix de revient.

Malgré tout, le four incinérateur, d'après le modèle indien à air libre, a l'inconvénient de dégager beaucoup de fumée et de ne pas produire assez de chaleur pour brûler complètement les linges mouillés. Enfin il s'éteint rapidement par manque de tirage et devient inutilisable les jours de pluie. Néanmoins la désinfection des détritus est assez complète et ce four suffit aux troupes de l'avant qui sont obligées d'agir vite.

Dans certains cas, elles pourraient améliorer le four à air libre de la façon indiquée par le médecin-major Dor. Il suffirait d'adosser, si on le peut, le four Indien à un talus et de surélever les bords en les rapprochant insensiblement de façon à fournir un dôme que l'on ferme par une cheminée, en l'espèce

une boîte à carbure par exemple, surmontée d'un chapiteau (fig. 10). Une porte est faite avec un morceau de tôle ; on aménage deux cheminées latérales sur les côtés et on dispose une grille assez élevée à l'intérieur.

Ce four, qui a été construit à R..., en vingt-quatre

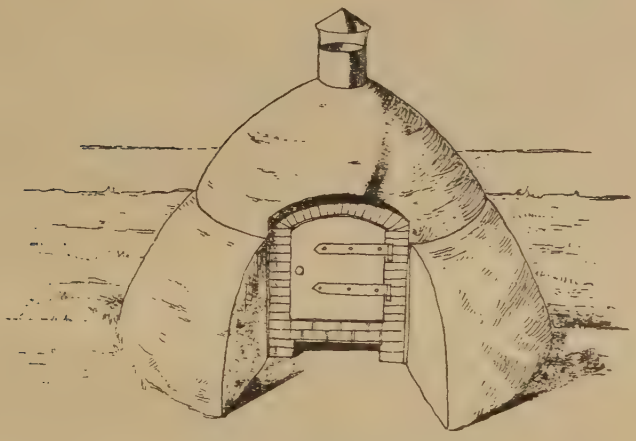


Fig. 10. — Modèle de Ronyaux

heures, brûle complètement tous les détritus et peut fonctionner en tous temps.

Il mérite d'être propagé.

Quand on est assez éloigné du front et que les ressources locales le permettent, on installe un four incinérateur plus solide et de dimensions plus grandes. Il sera construit en briques jointives avec grille et cheminée. Les modèles en sont variés et on peut modifier la forme, les dimensions, suivant les effectifs que le four est destiné à desservir. Il sera placé en dehors de l'agglomération et orienté de

façon à ce que les vents dominants ne ramènent pas la fumée sur les troupes. Le tirage sera aussi fort que possible afin que le dégagement de chaleur soit assez intense pour brûler indistinctement tous les détritus. On l'obtiendra en relevant la cheminée et en multipliant les appels d'air. Enfin la grille sera suffisamment élevée pour permettre l'enlèvement facile des cendres.

A titre d'exemple, nous signalons le modèle du four en usage au dépôt de Bar-sur-Aube, dont nous donnons le schéma (fig. 11). Il a la forme d'une cornue allongée surmontée d'une cheminée élevée.

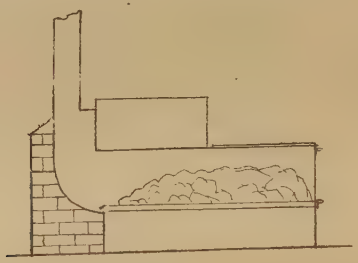


Fig. 11. — Modèle de Bar-sur-Aube

Parmi les détritus, les *débris carnés* sont les plus difficiles à incinérer, surtout quand ils sont réunis en grande quantité. Tel est le cas pour les centres d'abat. Pour vaincre la difficulté on se sert d'un combustible indispensable pour réduire les abats en cendres, ce qui nécessite la construction d'un four spécial.

La Section d'Hygiène de la n^e^ armée a installé un four qui a donné d'excellents résultats. Il est

formé de parois en maçonnerie, caractérisé par la présence d'une grille à espaces très larges élevée de 30 centimètres au-dessus du sol. Le foyer est surmonté d'une cheminée en forme de tronc de cône dont la base a la surface de celle de la grille et le sommet une surface moitié plus petite que celle de la base. Pour faciliter le tirage, le four présente des rigoles sur sa paroi interne, le foyer est ouvert sur quatre faces pour profiter du vent quelle que soit sa direction, et la cheminée est prolongée par une hotte en tôle de 2 mètres de longueur.

On a pu, en utilisant un four de ce modèle, brûler en douze heures les abats de 5 bêtes tuées au centre de V... en utilisant comme combustible 6 fagots de 15 kilogrammes (1 fr. 25 de bois).

S'il est relativement facile de résoudre le problème des ordures ménagères dans le cantonnement de repos, il n'en va plus de même dans les *lignes de combat*. Là, en effet, il est défendu d'allumer du feu dont la fumée indiscrète attire l'attention de l'ennemi et lui sert de point de repère pour régler son tir. Aussi est-il fréquent de voir les abords immédiats des tranchées parsemés de boîtes de conserves, de débris de viande et de morceaux de pain, dont les hommes se débarrassent en les jetant par dessus les parapets. Il est difficile, surtout dans les périodes de « chauffe », d'exiger que le soldat ne se libère pas sans précaution de ces détritus. Dans les autres circonstances plus calmes, comme en donne

parfois la guerre de tranchée, il faut autant que possible collecter les ordures ménagères et employer tous les moyens de persuasion dont on dispose pour convaincre les hommes qu'il est important, surtout en été, de ne pas les disséminer. Les équipes organisées à cet effet rassembleront chaque nuit les détritus, les désinfecteront au moyen d'une solution antiseptique (crésyl à 5 o/o, chaux, huile lourde houille) et les enterreront à une profondeur minima de 1 m. 50 (1).

Cadavres

Nous avons signalé enfin les cadavres d'hommes et d'animaux comme une source de contamination possible pour les cantonnements et les tranchées. C'est au voisinage de celles-ci surtout que le problème de la suppression de ces causes d'infection se présente avec le plus de fréquence et qu'il est le plus difficile à résoudre.

Au cantonnement cependant aussi les cadavres retiendront l'attention de l'hygiéniste. Il y aura lieu d'envisager la question sous deux aspects : cadavres récents, cadavres anciens.

Par cadavres récents, nous voulons parler, d'une part, des hommes qui meurent accidentellement au

---

1. Circulaire du Quartier général de la n^e^ armée, n° 6791, en date du 20 mai 1915.

cantonnement ou de ceux plus nombreux qui succombent dans les ambulances, d'autre part, des cadavres des chevaux morts dans les dépôts de remonte ou les dépôts de chevaux malades.

Les cadavres anciens sont ceux des hommes et des chevaux qui, à la suite de combats, ont été hâtivement et parfois trop superficiellement enterrés aux alentours du cantonnement.

Il est inutile d'insister longtemps sur les dangers qu'il y a à abandonner les cadavres d'hommes ou d'animaux, souvent porteurs de germes pathogènes. Ils sont toujours, par leur décomposition, la source de ptomaïnes, véritables poisons, peut-être aussi dangereux que les microbes. Les mouches attirées par toutes les matières en putréfaction se font l'agent de la dissémination des germes. Les eaux de pluie qui lavent les cadavres décomposés s'infiltrent dans le sol et transportent jusqu'aux nappes souterraines, qu'elles polluent, les microbes et les ptomaïnes. La suppression des cadavres s'impose donc d'une façon absolue.

Mais comment la réaliser ? D'une façon générale, les deux seuls moyens réellement efficaces sont l'incinération ou l'inhumation. Ces deux méthodes ont leurs partisans et aussi leurs détracteurs acharnés.

Il est certain que *l'incinération*, à ne considérer que la question de l'hygiène, devrait être préférée. Brûler les cadavres est le plus sûr moyen de faire disparaître, avec tous les agents nocifs qui vivent de

leurs restes putréfiés, tous les dangers qu'ils présentent.

Ce procédé n'est pas nouveau. Sous des formes diverses il avait été mis en usage, non seulement chez les peuples anciens, mais aussi dans les temps modernes.

Chez nous, en 1870, le chimiste belge Créteur fut chargé d'assainir le champ de bataille, s'étendant entre Beaumont et Sedan et se trouva en présence de 40.000 cadavres.

Il fit enlever la terre des tumuli jusqu'à la première couche des cadavres. Puis ceux-ci furent recouverts d'une couche de chlorure de chaux pour neutraliser la mauvaise odeur. Par dessus il fit couler du goudron et il alluma le tout au moyen d'huile de pétrole. Grâce à la combustion des corps gras qui élevaient la température, il réussit à réduire 100 cadavres en moins d'une heure. Pour arriver au bout de sa tâche, Créteur utilisa 250 ouvriers et travailla pendant quatre mois.

En Mandchourie, les Japonais n'incinérèrent pas moins de 75.000 cadavres, tous japonais ; ils ensevelissaient tous les Russes sans exception, par déférence pour leurs sentiments religieux. La crémation, dans l'armée japonaise, est pratiquée régulièrement grâce à une organisation très curieuse.

Les soldats, dans chaque compagnie, forment entre eux des groupes de quatre, portant le nom d' « amis ». Ils se promettent réciproquement de brûler, suivant

le mode opératoire que nous allons dire, celui d'entre eux qui succombera.

Le soir de la bataille ils s'agrègent à d'autres soldats de la même compagnie pour reconstituer leurs groupes de quatre amis.

L'incinération consiste à creuser une fosse profonde d'un mètre au plus. Le fond est rempli de paille pressée de sorgho et de nattes de paille de riz. Le cadavre est étendu sur cette couche ; on le recouvre abondamment des mêmes matériaux.

Alors les « amis » y mettent le feu et ne s'en occupent plus. Avant de s'éloigner ils ont eu soin de placer à côté de la tête de leur camarade une pierre ou un morceau de bois sur lequel ils ont inscrit le nom de l'incinéré, le n° de son régiment et de sa compagnie.

Le feu, allumé le plus souvent le soir, accomplit son œuvre destructrice pendant la nuit, et le lendemain matin il ne reste plus trace de cadavre. On ne trouve plus, au milieu des braises encore vives, qu'un amas de cendres humaines, que des équipes de « serviteurs des morts » recueillent dans des boîtes en sapin servant d'urnes funéraires que l'on remet aux familles.

En juin 1915 la Commission d'Hygiène de la Chambre songea à rendre obligatoire ce procédé dans l'armée. Elle avait demandé qu'on fît une expérience. Celle ci eut lieu le 10 juin 1915.

La commission spéciale chargée d'y procéder dressa à la suite de ses opérations le procès-verbal suivant :

« Deux fours avaient été préparés. Ils avaient la forme d'une pyramide rectangulaire tronquée renversée ; ils mesuraient à la base 3 mètres de côté, 1 m. 50 de profondeur et 2 mètres de côté au pied.

A chaque angle, était creusée une cheminée destinée à assurer un appel d'air pour entretenir et activer la combustion.

La paroi de ces cheminées correspondant à la fosse était constituée par des briques réfractaires.

Deux rails formant chenets étaient disposés sur des briques à une hauteur de 25 centimètres au-dessus du pont de la fosse. Le foyer a été garni de la façon suivante :

1° Un amas de copeaux arrosés de la façon suivante:

2° Du bois en petits morceaux ;

3° De la braise de boulanger en même couche ;

4° Des fagots ;

5° Des rondins de bois placés de manière à constituer un bûcher.

Sur ce bûcher ont été placés dans une des fosses les cadavres de deux soldats allemands inhumés dans des cercueils de sapin le 20 avril 1915 et exhumés pour la circonstance la veille au soir.

Ces cadavres revêtus de leur uniforme avec bottes étaient dans un état de conservation relative, dégageant l'odeur putride qui est de règle dans ces conditions et attiraient aussitôt des essaims de mouches.

Arrosés avec un liquide spécial (goudron colloïdal) préparé par M. Bordas, on a constaté l'éloigne-

ment des mouches et la réduction très notable de l'odeur putride.

Les cadavres ont été placés sur le bûcher et recouverts d'une dernière couche de bois.

Le bûcher a été enflammé à 9 h. 30.

L'opération était terminée à 14 heures.

Pendant tout ce temps, on n'a constaté aucun dégagement de mauvaise odeur.

A 14 heures, il ne restait dans le foyer que quatre fragments parenchymateux paraissant provenir des viscères abdominaux (foie) et offrant le volume du poing.

Le reste était transformé complètement en cendres ; on ne reconnaissait plus aucune partie du squelette.

Deuxième expérience

Dans le second four présentant les mêmes dispositions que le premier, tant au point de vue de l'installation que de l'aménagement du foyer, on a incinéré le cadavre d'un cheval malade abattu sur place.

Poids approximatif, 500 kilos.

Le foyer a été allumé à 11 h. 30.

A 14 heures, les constatations ont été les suivantes :

La tête, le cou et les membres avaient disparu en totalité ;

Les cavités splanchniques étaient ouvertes ;

Il restait encore un amas de chair continuant à brûler.

Aucun dégagement de mauvaise odeur.

A la suite de ces expériences, la commission a émis les conclusions suivantes :

1° L'incinération des cadavres aussi bien humains qu'animaux est une opération réalisable sur place avec des moyens de fortune ;

2° Elle pense unanimement que le dispositif utilisé peut être facilement amélioré dans le but :

a) D'économiser considérablement le combustible sans nuire à la durée et aux résultats de l'opération ;

b) De faciliter la conduite des opérations (entretien du foyer, renouvellement du combustible).

En effet, dans la première expérience, le volume du bois consommé a été égal à deux fois la capacité du four.

Pour les chevaux, il peut être estimé à quatre fois.

Or l'incinération des chevaux qui se pratique couramment dans le n^e^ corps d'armée depuis plusieurs mois montre que l'incinération du premier cadavre est relativement longue, tandis que cette opération se simplifie et devient plus facile quand on opère dans le même foyer sur plusieurs cadavres successivement.

M. le médecin-inspecteur Lemoine fait remarquer que l'opération ne dégageait aucune mauvaise odeur. Ce dernier fait était dû à ce qu'on avait allumé le combustible à la partie supérieure du foyer improvisé. On n'aurait peut-être pas obtenu un si beau résultat si on avait allumé à la partie inférieure comme il le faudrait pour l'économie du combustible.

L'incinération est donc un procédé pratique et efficace pour faire disparaître les cadavres, mais il y a deux arguments qui plaident contre cette pratique et en faveur de l'inhumation. Le premier est d'ordre moral et il n'est pas possible de le négliger. L'incinération heurte la foi catholique ; elle est contraire aussi à ce sentiment bien naturel des familles qui trouvent dans leur douleur une consolation à savoir où repose le corps d'un être cher, sur la tombe duquel elles pourront plus tard s'agenouiller et prier. Il est très difficile de concilier l'incinération avec ce sentiment : il faudrait en effet recueillir séparément les cendres des cadavres incinérés, ce qui, en pratique, est trop compliqué à réaliser.

Un second argument est d'ordre pratique.

L'incinération ne peut se faire qu'à l'aide de combustible dont le prix de revient est élevé. C'est ainsi que des expériences entreprises au laboratoire de la n^e^ armée, il résulte que, pour brûler un cheval, il faut à peu près son poids en bois et en fagots.

L'inhumation, pour remplir de façon parfaite le but hygiénique qui lui est demandé, doit être pratiquée dans certaines conditions.

Elle s'adresse à un des processus par lesquels la nature elle-même assure son épuration. On sait, en effet que, dans le sol, l'azote organique se nitrifie, c'est-à-dire qu'il se transforme en nitrate de chaux. Dès lors le problème de la destruction des cadavres se ramène à une nitrification intense et rapide.

Pour l'obtenir, deux conditions sont indispen-

sables : l'aération et l'alcalinité du sol. On pourrait obtenir une aération du sol en le drainant, mais cette méthode entraînerait une contamination rapide des eaux par les cadavres incomplètement nitrifiés. L'addition de chaux présente au contraire le double avantage d'aérer le sol et de l'alcaliniser par sa transformation en carbonate alcalin. Son emploi n'est certes pas nouveau pour l'assainissement des champs de bataille. Il a été préconisé dans d'autres guerres moins sévères que celle que nous subissons.

Considérer la chaux comme un antiseptique serait une erreur, car elle n'a pas d'autre action que d'activer la nitrification des cadavres en modifiant le terrain où ils sont inhumés. C'est pourquoi son efficacité est encore très grande, sinon plus, après quelques mois d'inhumation qu'au début même de l'ensevelissement.

Il est alors facile de prévoir comment il faudra procéder pour faire des inhumations exemptes de danger.

L'emplacement des fosses est choisi loin des cours d'eau, des sources et des puits, hors des chemins, dans les terrains en pente et dépourvus d'arbres. Un sol sec et perméable doit être préféré. Les fosses communes doivent être creusées très profondément de telle sorte que la rangée supérieure des cadavres soit au moins à 2 mètres au-dessous du niveau du sol. Au fond de la fosse on dispose quelques branchages pour faciliter l'écoulement de l'eau, puis les corps sont superposés par couches et de préférence

en séries perpendiculaires entre elles. On place les corps côte à côte et tête bêche. On projette une couche de chaux vive ou, à son défaut, de charbon de bois, ou de coke ou même de cendres. Puis on achève de combler avec la terre des déblais, en formant un tertre surélevé de 40 centimètres. Enfin on complète cette opération en semant des plantes à croissance rapide telles que avoine, raygrass, luzerne, chanvre. Chaque fois que les circonstances le permettront on fera des sépultures isolées.

Il est certain que l'inhumation des cadavres pratiquée dans les conditions que nous avons signalées, donne toutes les garanties qu'on est en droit d'exiger au point de vue de l'hygiène. La crémation est au moins aussi parfaite.

Il est donc sage de choisir l'une où l'autre de ces méthodes suivant les lieux ou les circonstances. Pour ce qui regarde la question qui fait l'objet de notre thèse, nous pensons qu'il y a lieu de s'inspirer des considérations suivantes :

Au cantonnement, ceux des soldats morts dans les ambulances seront inhumés dans un cimetière dont l'emplacement sera déterminé en suivant les indications que nous avons données et dans les circonstances que nous avons rappelées.

Il faudra exhumer les cadavres hâtivement et incomplètement enterrés à la suite de combats. S'il en existe aux alentours du cantonnement, faire une inhumation correcte au cimetière pour tous ceux qui

pourront être identifiés en employant le procédé Créteur.

Pour les cadavres d'animaux, il y aurait lieu d'employer l'incinération chaque fois que cela sera possible. Il est facile de construire des fours spéciaux permettant de hâter la crémation et d'économiser le bois. Le modèle suivant a été expérimenté au laboratoire de la nᵉ armée avec de bons résultats.

Le long d'un talus, parallèlement à sa direction, on creuse une fosse affectant la forme d'une pyramide tronquée renversée dont la petite base mesure 0 m. 50 et la grande 1 m. 50.

Au-dessus du fond de ce fossé on dispose une grille formée de trois ou quatre rails de chemin de fer allongés côte à côte ; suivant sa longueur ; on pratique enfin une sorte de tunnel faisant communiquer l'espace limité au-dessous de la grille avec l'extérieur sur la pente du talus.

Les choses ainsi disposées, on commence par allumer un feu de fagot sous la grille, on dispose un lit de fagots sur cette même grille et on fait basculer par dessus le cheval dont on aura désarticulé les quatre membres ; il suffit d'entretenir le feu à l'aide de troncs d'arbres. Il y a intérêt à brûler plusieurs cadavres dans la même séance ; dès que le premier est entré en ignition, la graisse fond et s'enflamme, aidant à la combustion de celui qu'on a basculé par dessus.

Il faut, s'il n'est pas possible de se procurer le bois nécessaire, avoir recours à l'enfouissement.

L'énorme quantité de matières organiques représentée par le cadavre d'un cheval exige une nitrification plus énergique que ne le comporte un cadavre humain. On activera cette nitrification en utilisant le procédé employé avec de bons résultats dans le nº corps d'armée. Il consiste à creuser une fosse de 1 mètre de profondeur et d'étendre au fond de cette fosse un lit de fumier d'une épaisseur de 30 centimètres sur lequel on étend le cheval préalablement désarticulé aux genoux et aux jarrets. Sur le tout on met une deuxième couche de fumier de même épaisseur que la première et on recouvre de terre. Avec ce procédé, au bout de trente jours, il ne reste que des ossements.

Aux tranchées, le problème se complique. Les difficultés sont bien plus grandes du fait que les combattants sont obligés de vivre au milieu des restes putréfiés de leurs frères d'armes. Certaines tranchées sont intenables, tant à cause des morts sans sépulture qui pourrissent, inabordables au-delà des lignes, qu'à cause de ceux qui, ensevelis, sont atteints dans leur dernier sommeil par la pioche des défenseurs qui creusent de nouveaux boyaux, ou brutalement sont ramenés au jour par les énormes engins qui éventrent la terre.

On ne saurait trop admirer le courage des hommes qui vont jusqu'à exposer leur vie pour donner à ces héros une sépulture digne de leurs sacrifices. Ils n'ont pas de repos tant qu'ils ne les ont pas ramenés dans

nos lignes. Bien souvent ils sont obligés de les ramener de très loin. S'ils atteignent les cadavres ils ne peuvent pas toujours les transporter à cause de l'état avancé de la putréfaction. Ils s'efforcent alors de les rendre inoffensifs. Des équipes de volontaires, munis de sacs remplis de terre, s'en vont la nuit ; ils s'approchent des corps, les saupoudrent de chaux, les arrosent de crésyl ou de formol et les recouvrent de terre. Bientôt l'herbe pousse sur les tumulis ainsi formés.

Dans les secteurs par trop dangereux on a employé des appareils qui, par pression, projettent des liquides antiseptiques à 12 ou 15 mètres sur les cadavres demeurés inaccessibles entre les tranchées. Il a été fait un usage fréquent du luséol à 20 o/o (solution de chlorure de zinc et de formol) dont les pouvoirs désinfectants et désodorisants sont remarquables. Par ces arrosages, on obtient une sorte de momification des fragments cadavériques qui, en arrêtant la putréfaction, diminue ou même réduit à rien les dangers qu'ils présentent.

Des considérations qui précèdent, il nous semble légitime de conclure que, pour mettre les cadavres hors d'état de nuire, il faut s'adresser, chaque fois que cela est possible, à l'inhumation. La crémation qui choque le sentiment moral des foules n'est pas pratique parce que lente, trop coûteuse et difficile à mettre en œuvre. Au contraire l'inhumation par la nitrification épurante qu'il est possible d'activer au moyen de la chaux assure la combustion complète

des matières organiques. Seule elle réalise pratiquement, dans les régions saturées de germes infectieux, la « flambée » du sol qui conjurera le péril.

CHAPITRE III

SURVEILLANCE DE L'HYGIÈNE INDIVIDUELLE DES HOMMES

Lorsque l'hygiéniste militaire s'est assuré de la bonne qualité de l'eau à distribuer aux troupes et qu'il a pris les mesures nécessaires pour détruire les matières usées, sa tâche n'est pas terminée.

Au cantonnement de repos, il s'inquiètera, de concert avec le commandement, de la nourriture des hommes, de leur couchage, de leurs vêtements et veillera au nettoyage quotidien du cantonnement.

Enfin il poursuivra cette même et longue tâche jusque dans les tranchées où il devra surmonter des difficultés sans nombre.

Couchage

Tout le monde sait par expérience combien le sommeil est nécessaire à l'organisme pour réparer ses forces. Il est indispensable encore plus aux troupes en

campagne qu'un surmenage intensif annihile rapidement. Une troupe n'est véritablement « fraîche » qu'après une nuit de repos.

Dans les cantonnements, le couchage constitue un problème en général vite et bien résolu. Les hommes arrivés dans un village utilisent les résidences des habitants : maisons, granges, étables sont bientôt organisées. Des lits de paille ou de foin sont étalés, et là, alignés en longues files, les troupiers, enroulés dans leurs couvertures, prennent un repos bien gagné.

Ce mode sommaire de couchage ne va pas toutefois sans inconvénient, si l'on ne prend pas quelques précautions. Il ne préserve pas toujours suffisamment contre le froid. Il nous est arrivé de constater nous-même bien souvent combien on se refroidissait vite lorsqu'on couchait sur un brancard, à cause de la minceur de la toile et du courant d'air qui existe fatalement entre elle et la terre. Si on place le brancard sur un lit de paille cet inconvénient disparaît. De même le soldat se refroidit au contact du sol si sa couche de paille n'est pas suffisamment épaisse. Il faut donc veiller à ce qu'il en ait toujours assez.

Une bonne pratique consiste à construire à même le sol des cadres en bois, dans lesquels on étale la paille qu'on peut ainsi rassembler en couche épaisse sans la disperser inutilement.

Cette paille devra être renouvelée assez souvent pour éviter qu'elle se brise, se pulvérise, et pénètre

dans les vêtements, provoquant ainsi des démangeaisons. La paille usagée devra être brûlée.

Il faudra aussi conseiller aux hommes de se servir de leur paille comme d'une couverture en l'étalant sur eux. La couverture réglementaire en effet est souvent insuffisante pour lutter contre le rayonnement de l'organisme. Même dans les nuits les plus chaudes de l'été, il n'est pas rare au lever du jour (entre minuit et 4 heures) que le dormeur s'éveille secoué par un frisson et ne puisse ensuite se rendormir. Heureux encore s'il n'a pas contracté quelque affection due au froid : bronchite ou pneumonie. Il a en tout cas perdu quelques heures du sommeil dont il avait tant besoin.

Pour lutter contre le refroidissement nocturne, les sacs de couchage sont excellents, surtout quand ils sont constitués par une toile imperméable à l'extérieur, doublée intérieurement en coton ou en laine. Se nouant au cou, ils forment ainsi une cloison étanche s'opposant à l'imprégnation de la laine et des vêtements par la pluie ou la rosée, et en même temps ils luttent efficacement contre le rayonnement. Blotti dans un sac de couchage et reposant sur la paille, le soldat peut dormir sans crainte de se refroidir.

Malheureusement le sac de couchage est encombrant, et il surcharge l'équipement déjà bien lourd du troupier.

Quand le séjour d'une troupe au cantonnement se prolonge, il est possible d'améliorer le couchage des

hommes en leur faisant fabriquer des lits. Bien des modèles ont été proposés. Le plus souvent on se contente de fabriquer avec des planches des couchettes superposées, rappelant parfois, pour gagner de la place, le type employé dans la marine.

Une autre solution a été trouvée par M. le capitaine Paris du C V A X 2/21. Cet officier, dans le but de mettre à la disposition de ses hommes un lit simple pratiquement démontable pouvant s'arrimer dans des voitures chargées sans encourir les observations de l'intendance et ne coûtant rien ni à l'homme ni à l'État, établit un concours entre les six sections de son unité. Les résultats de ce concours sont indiqués dans le rapport suivant qui nous a été communiqué par le capitaine Paris, que nous sommes heureux de pouvoir remercier ici de sa grande obligeance.

« Chaque section avait un lit différent. Les lits de trois d'entre elles furent écartés parce que trop confortables, trop encombrants et trop luxueux. Les trois autres sections avaient nettement résolu le problème sous des formes différentes ; toutes les conditions exigées étaient remplies, même la dernière, puisque les hommes ont employé le fil de fer des balles de foin et les rondins de bois gracieusement fournis par la forêt communale en remerciement des petits services rendus à la commune et aux habitants du pays, réalisant ainsi grâce à leur situation privilégiée le « lit gratuit ».

Composition du lit (fig. 12). — La couchette

adoptée se compose : 1° d'une claie ; 2° de deux tréteaux.

La claie est une sorte de palissade composée de huit à dix baguettes de coudrier espacées les unes des autres de 7 centimètres environ, placées entre deux

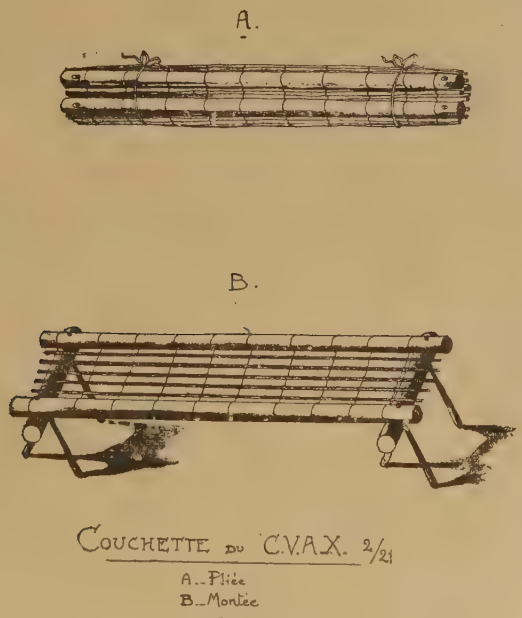


Fig. 12. — Couchette du C.V.A.X. 2/21

rondins et reliées par des fils de fer transversaux qui entourent chaque baguette. Le tout forme un sommier de lames élastiques parallèles (on peut aussi établir un sommier en tressant de la laiche sur des baguettes de coudrier).

Deux tréteaux, l'un placé à la tête, l'autre au pied du sommier, formés de petits rondins emmanchés de force. Chaque tréteau se compose essentiellement

d'un rondin disposé en traverse, supporté par trois pieds formés de petits rondins emmanchés de force, de telle façon que leur extrémité supérieure dépasse de deux travers de doigt le rondin traverse pour permettre de le déchausser facilement au moindre choc. Ces deux extrémités du rondin-traverse possèdent deux trous espacés de o m. o5 destinés à loger une cheville supportée par l'extrémité du rondin correspondant dans le sommier.

Son montage. — Description. — La couchette emballée se présente de la façon suivante : le sommier enroulé comme un tapis de linoléum enveloppe : 1° les deux rondins-traverse des tréteaux ; 2° les six pieds. Ainsi présentée la couchette mesure 2 mètres de longueur et o m. 20 de diamètre : 1° on déroule le sommier ; 2° on emmanche à force les pieds dans les trous correspondants des rondins-traverses ; 3° on place primitivement les chevilles situées aux extrémités des rondins du sommier dans les trous internes. Quand le sommier aura été détendu par l'usage, il suffira d'emmancher les chevilles dans les trous externes pour lui redonner une tension normale.

Démontage. — 1° Enlever le sommier ; 2° donner un coup sur l'extrémité supérieure de chaque pied qui dépasse du rondin-traverse ; le pied tombe aussitôt ; 3° rassembler les deux rondins-traverse et les six pieds, les placer dans le sommier qu'on enroulera de suite et qu'on liera avec une ficelle.

Ses avantages : a) *au point de vue hygiénique.* —

Sa facilité de démontage et la simplicité de ses parties constituantes permettent la désinfection rapide et efficace par un lavage avec un torchon ou une brosse imbibée d'un liquide antiseptique.

b) *Au point de vue pécuniaire.* — Elle est très économique, fabriquée par l'homme de troupe elle ne coûte rien.

Fabriquée industriellement elle représente o fr. 50 de bois et o fr. 20 de fil de fer.

c) *Au point de vue confortable.*— Les hommes s'y trouvent très bien couchés à cause de la grande élasticité du sommier à lames parallèles de coudrier. Elle est d'une stabilité et d'une homogénéité parfaite en opposition avec un certain nombre de modèles de lit dont la structure légère et les assemblages défectueux obligent dans la pratique à y substituer des tréteaux de bois en guise de pieds.

d) *Au point de vue mobilisation.* — Elle se démonte en deux minutes au maximum, tient une place insignifiante dans les voitures de transport, se remonte en deux minutes et réalise ainsi le type du « lit militaire pratique et transportable ».

e) *Au point de vue légèreté.* — Faite de bois et de fil de fer elle pèse 7 à 8 kilos ; en bois ou en laiche tressée, 11 à 12 kilos.

f) *Sa durée.* — Cette couchette employée depuis six mois au C V A X 2/21 permet d'assurer que son usage peut être indéfini.

Son complément pour les troupes de l'arrière au repos. — Il est possible d'apporter encore du confor-

table en adjoignant un paillasson tressé avec de la paille de couchage. Ce paillasson peut être aussi long que l'on désire, et dans ce cas il forme traversin et couverture. Il est économique pour l'État, sa durée étant d'au moins six mois ; et il est hygiénique, car il peut être désinfecté. Une simple toile placée sur le paillasson en doublerait ou même en triplerait l'usage. Il faut compter 5 kilos de paille par mètre de paillasson ».

En somme, la couchette du C V A X 2/21 est utilisable partout, confortable, facile à installer et d'un prix de revient insignifiant.

Pour le cantonnement de repos, elle est extrêmement commode, et nous avons vu de véritables dortoirs très confortablement aménagés avec des lits de cette forme.

Dans le même ordre d'idées la section d'hygiène de la 5ne armée fabrique un lit de campagne également très pratique. Il se compose de deux montants reposant à leur extrémité sur des tréteaux croisés en X. Le sommier se compose d'un filet dont la tension limite l'écartement des montants.

Dans les **tranchées** il est difficile de donner des règles générales pour le couchage. Chaque homme s'inspire des circonstances et des dispositions du lieu où il se trouve. Des abris ont été aménagés où nos soldats ne se trouvent plus exposés au froid et à la pluie. Le sac de couchage rend ici encore les plus grands services.

Vêtement

Une question tout à fait connexe est celle du vêtement. Les hommes en stationnement ont à lutter sans cesse contre la chaleur, le froid et la pluie. Ils le feront d'autant mieux que leurs vêtements seront mieux entretenus et plus complets. Au cantonnement de repos, le problème est simple. Les hommes occupent des habitations chauffées au moyen de poêles ou de braseros. Ils profitent de cette trêve pour nettoyer leurs vêtements : nettoyage d'autant plus nécessaire qu'ils viennent des tranchées boueuses où ils n'ont ni la possibilité ni les loisirs de se tenir dans un état de propreté même relatif.

Il est possible aussi à leurs officiers de passer des revues qui permettent de s'assurer que chacun possède ses effets au complet. Par paresse, bien des hommes jettent leur linge souillé plutôt que de prendre le soin de le nettoyer. La ceinture de flanelle surtout paraît à beaucoup un objet inutile et encombrant. Il faut leur en expliquer l'usage et la nécessité.

La quantité des effets ainsi perdus inutilement est parfois considérable. Dans les environs immédiats de bien des cantonnements mal surveillés, auprès des lavoirs, dans les chemins écartés, on peut voir traînant sur le sol, dans les fourrés, des effets et des linges neufs ou presque neufs abandonnés par leurs propriétaires négligents. C'est ainsi qu'à R... le

groupe des brancardiers divisionnaires a réuni un stock important de chemises, caleçons, couvertures, etc., en très bon état.

La question des vêtements doit être aux **tranchées** l'objet de l'attention constante du médecin. Obligés à une station prolongée pendant la garde ou même dans les abris, les hommes sont mal armés pour lutter contre le froid et la pluie. Bien souvent le sol marécageux retient l'eau et les force à rester des journées entières les pieds dans l'eau ou dans de vraies mares de boue.

La nuit augmente encore les dangers d'une pareille situation. Il serait à souhaiter que les vêtements du soldat fussent imperméables à l'eau. Pour être hygiéniques, ils devraient en même temps être perméables à l'air afin de permettre à la sueur de s'évaporer. Toutes ces questions ont fait l'objet de longues études dès le temps de paix. Des essais d'imperméabilisation ont aussi été faits depuis le début de la guerre. L'un des procédés essayés repose sur l'emploi de solutions aqueuses d'acétate d'alumine. On a reproché à ce procédé de déformer le drap, de nécessiter un temps de séchage assez long et de ne pas être assez durable.

M. Leroy préconise l'emploi d'un corps gras couramment employé en droguerie et dénommé « Adeps-lanæ ». C'est une graisse de suint de mouton qu'il dissout dans un véhicule anhydre et volatil composé de sulfure de carbone et d'essence de pétrole.

Plongé quelque minutes dans cette solution, l'uniforme est exprimé et abandonné au grand air où il sèche rapidement par évaporation du liquide volatil. Le corps gras de suint reste fixé sur les fibres et dans les pores du tissu. L'imperméabilisation est telle que des morceaux de drap ainsi traités et façonnés en cône renversé ont pu être remplis d'eau distillée sans laisser filtrer aucune gouttelette du liquide même après vingt-quatre heures de contact.

Ajoutons que ce procédé augmente aussi le pouvoir protecteur du drap contre le froid par le corps gras qui lui est incorporé. Terni (1), en effet, insiste beaucoup sur ce fait qu'une étoffe est d'autant plus chaude qu'elle contient plus de corps gras. Pour cette raison, les tissus végétaux sont plus froids que ceux de laine ; plus une laine est travaillée, plus elle est dégraissée et moins elle est chaude. La défense contre le froid et l'humidité dépendent donc pour lui en grande partie des procédés de fabrication. Il ajoute que le « loden », tissu mixte de laine et de poils, ayant subi un graissage supplémentaire, réalise le tissu qui répond à toutes les exigences des saisons en donnant un vêtement chaud perméable à l'air et imperméable à la pluie.

La guerre de tranchée a appelé l'attention des

---

1. Terni, *Vêtements contre le froid et l'humidité* (*Il Margagni*, 2 déc. 1915).

médecins sur les vêtements des extrémités. L'on sait, en effet, combien d'hommes ont été atteints de gelure des pieds. On a été frappé de ce fait que certains cas s'étaient déclarés alors qu'il ne faisait pas très froid. Aussi a-t on accusé les bandes molletières de s'opposer à la circulation de retour. Mais, en fait, une bande molletière bien appliquée ne nuit pas à la circulation sanguine. Puis on a accusé l'eau, le froid intense, la station debout prolongée. En fait, il est probable que l'une de ces causes n'agit pas seule, mais que plusieurs d'entre elles se trouvent souvent réunies. Ainsi faut-il, croyons-nous, s'en prendre souvent au froid humide. En hiver on supporte mieux le froid par un temps sec que par un temps de brouillard. Un homme qui stationne longtemps dans la boue ou dans l'eau est plus exposé à avoir les pieds gelés que s'il se trouvait sur un sol sec ; car l'eau est meilleure conductrice de la chaleur que l'air sec.

Pour éviter la gelure des pieds on a distribué des chaussures imperméables, des caoutchoucs. Dans les secteurs où les tranchées étaient remplies d'eau on a donné aux hommes de grandes bottes imperméables. Enfin, on leur a conseillé de rester inactifs le moins possible, d'enduire leurs chaussettes d'un corps gras, d'en mettre deux paires, ou, quand ils le pourraient, de mettre de la paille dans leurs chaussures. Grâce à ces précautions, les cas de gelures des pieds ont beaucoup diminué dans nos armées. La distribution de vêtements chauds par l'État ou par de nombreuses sociétés privées a grandement aidé nos soldats à

passer la saison froide dans les meilleures conditions possibles.

Alimentation

Non moins importante est l'alimentation des troupes en campagne.

Dans les cantonnements de repos où le ravitaillement arrive avec une régularité parfaite, nos soldats sont bien nourris. La ration journalière d'un homme est non seulement suffisante mais abondante : 400 grammes de viande fraîche ; 700 grammes de pain ; 100 grammes de légumes secs ; 32 grammes de sucre ; 34 grammes de café torréfié ; 50 centilitres de vin. Le règlement permet d'ailleurs d'y introduire une certaine variété.

Les hommes possèdent des cuisines roulantes et sont bien outillés pour faire une cuisine convenable. Une notice relative à la préparation des aliments en campagne vient d'être distribuée aux troupes.

Toutefois il est à remarquer que l'alimentation de nos hommes est hyperazotée. C'est un régime excitant à peu près au même titre que l'alcool. Prolongé longtemps il prédispose à la lithiase rénale et hépatique. Nous avons pu nous convaincre qu'à la longue il est déprimant et peut provoquer des troubles gastro-intestinaux.

L'expérience des expéditions au long cours a montré qu'un régime trop carné prolongé provoque chez certains équipages des épidémies de « scorbut ».

L'usage des végétaux frais par les « vitamines » qu'ils renferment obvie à ces inconvénients. Sans aller jusqu'à évoquer le spectre des épidémies dans nos armées, il n'en est pas moins vrai que le besoin de végétaux frais se fait parfois sentir d'une façon impérieuse.

L'intendance a compris la nécessité d'augmenter la ration de légumes, et bien souvent elle a fourni aux troupes l'aliment frais désiré. Un effort plus grand semble devoir encore être fait. On pourrait envisager l'hypothèse de ravitaillement habituel en végétaux et en fruits pour les troupes stationnées dans les cantonnements de repos assez éloignés de la ligne de feu. On pourrait également recommander aux familles d'envoyer souvent aux soldats des légumes frais l'été, des fruits exotiques (bananes ou oranges) l'hiver.

S'il faut veiller à l'abondance et à la bonne qualité de la nourriture des hommes, il est non moins impor- de les mettre en garde contre l'abus de l'alcool.

L'alcoolisme ne compromet pas seulement l'avenir de la race ; il met l'homme en état d'infériorité, le rend moins résistant et moins discipliné.

L'usage immodéré de l'alcool est malheureusement habituel chez les combattants au retour des tranchées. Ils demandent à cet excitant artificiel l'oubli des surhumaines fatigues qu'ils ont endurées. Il est difficile d'empêcher les hommes de s'adonner à la boisson. Le désir pour certains civils de gagner à tout prix ne concorde que trop avec le besoin de boire

sans compter que manifestent beaucoup de soldats. Dès qu'une troupe arrive dans un village, on ne voit pas seulement accourir les débitants ambulants professionnels ; mais les habitants se transforment eux-mêmes en débitants occasionnels. On devine les abus de toutes sortes auxquels ces pratiques ouvrent la voie.

Pour y remédier,et c'est la mesure la plus simple, le commandement n'autorise l'ouverture des cafés et débits qu'à de certaines heures. Le plus souvent de 11 heures à 13 heures et de 17 heures à 20 heures. Puis on a étendu aux civils, tant dans la zone des étapes que dans la zone de l'avant, l'interdiction de la vente au détail de l'alcool et des boissons alcooliques (Circulaire du 29 août 1915).

Une circulaire du Grand Quartier général du 1er décembre 1915 renforce la précédente en rappelant que, d'après la loi du 9 novembre de la même année, nul ne peut ouvrir un débit s'il ne prend l'engagement de ne vendre ni spiritueux ni liqueurs alcooliques.

Toutes ces mesures préventives évidemment judicieuses ont besoin d'être complétées par l'influence morale des chefs et par tous les moyens de persuasion qu'ils peuvent utiliser pour montrer à leurs hommes les dangers de l'alcool pour eux-mêmes, leur famille et la patrie. « Chacun doit comprendre, disait un général à ses troupes, que tout ce qui est susceptible de diminuer la force matérielle et morale

de notre armée deviendrait en présence de l'ennemi un véritable crime contre la nation ».

Dans les *tranchées*, en temps normal, le ravitaillement est aussi abondant qu'au cantonnement de repos. Quand, par suite des tirs de barrage, ce ravitaillement ne peut pas avoir lieu, les troupes utilisent les vivres de réserve (biscuits ou boîtes de conserves). Les aliments arrivent dans les tranchées souvent bien cuits mais refroidis. Pour les réchauffer, les hommes disposent de braséros, de chaufferettes, de lampes à alcool solidifié. M. le médecin-inspecteur Lemoine a imaginé un récipient à double paroi dans lequel on dispose les aliments. Dans l'espace qui existe entre les deux parois on met de la chaux vive et de l'eau qui dégagent une chaleur suffisante pour réchauffer les aliments.

Enfin des expertises fréquentes surveillent la qualité des aliments. Elle portent plus spécialement sur la viande de conserve et la boisson. Elles permettent de découvrir les fraudes et de ne pas distribuer aux hommes des aliments frelatés. Le fait est surtout fréquent pour le vin. Analysé au moment où, sous la surveillance de l'intendance, se fait le ravitaillement, ce vin est toujours trouvé normal. Vient-on, au contraire, à en effectuer un prélèvement aux tranchées, l'analyse montre que sa teneur en alcool a notablement diminué au cours de son transport et des manipulations qu'il a dû subir ; ce vin a été souvent goûté, répandu par accident. Et cependant au terme

de son voyage, la quantité n'en a pas changé. Il est évident que les intermédiaires se sont chargés de remplacer par de l'eau, pas toujours stérilisée, le liquide généreux qu'ils avaient trop apprécié.

Propreté corporelle

La propreté corporelle des hommes doit être continuellement surveillée. C'est au cantonnement de repos qu'elle sera l'objet de soins attentifs.

Pendant leur séjour aux tranchées, les soldats n'ayant pas les moyens matériels de se tenir propres, profiteront au repos de leurs loisirs momentanés pour faire de grandes ablutions quotidiennes. Tous les cantonnements doivent posséder à cet effet des lavabos à eau courante.

Des installations de bains-douches ont été aménagées un peu partout. Les hommes avec leur ingéniosité coutumière en ont improvisés. Dans une salle dont le pavé est légèrement incliné pour faciliter l'écoulement de l'eau ils suspendent un seau muni d'une pomme d'arrosoir. Ils ont ainsi le plus simple des appareils à douches.

Dans certains cantonnements ont été installées des salles de douches confortables, pratiques, dans lesquelles les hommes peuvent se nettoyer en assez grand nombre. Certaines unités se servent d'une salle ordinaire chauffée au moyen de braseros. Elles y disposent de cuves où les hommes accroupis sont aspergés par leurs camarades, munis d'un arrosoir

qu'ils remplissent d'eau chauffée à la cuisine roulante.

D'autres ont procédé à des installations véritablement luxueuses. La disposition habituelle de ces organisations comprend un tonneau de grande capacité (500 litres), assez élevé, où l'on fait arriver l'eau chaude. De ce tonneau part un tuyau de distribution sur lequel sont branchées des pommes d'arrosoirs en plus ou moins grand nombre suivant l'effectif à desservir. Il en est ainsi à R... où un tel dispositif peut doucher 20 hommes à la fois.

Des installations plus compliquées, mais sommaires encore, ont été faites grâce aux ressources locales. A X... et à Y..., un groupe de brancardiers a établi, de concert avec le génie, une salle de douches comprenant une chaudière où l'eau est portée à l'ébullition. Cette eau est puisée par une pompe et refoulée dans une conduite où une seconde pompe envoie en même temps de l'eau froide. Le mélange se fait ainsi et l'eau arrive tiède dans les pommes d'aspersion.

Les initiatives privées se sont beaucoup occupées de l'hygiène individuelle de nos soldats. Nous citerons, entre autres, la « Coordination des secours volontaires en faveur des soldats » qui donne des appareils à douche très commodes du système dit thermo-syphon. Ils sont facilement démontables et transportables. L'autorité militaire en a commandé et réglé la répartition à raison de 1 par régiment.

L'« Œuvre hygiénique de la chemise du combat-

tant » poursuit le même but ; elle fonctionne depuis de longs mois à C... et elle se propose de permettre aux soldats rentrant des tranchées de se laver, de se nettoyer ; s'ils sont contaminés par la vermine, de se débarrasser de cet hôte indésirable. Elle met à la disposition des hommes une douche chaude ainsi que du savon, des brosses, etc. Elle change tout leur linge sale : chemises, caleçons, chaussettes, lainages, etc., contre du propre. Elle utilise une étuve spéciale dans laquelle les capotes, vestes et pantalons sont assainis pendant que leurs propriétaires passent à la douche. Durant un fonctionnement de treize mois, cette société a distribué 239.209 effets de linge et lainage, soit une distribution moyenne de 18.000 effets par mois, dont 5.000 à l'état neuf.

Le Touring-Club a fait don à l'armée de plusieurs voitures-douches hippomobiles, dont les caractéristiques sont de pouvoir fonctionner au bout d'une heure, de doucher 100 hommes par heure et de pouvoir commencer à désinfecter les effets après une heure et demie.

Il existe enfin un camion-douche automobile par armée. C'est un véhicule extrêmement lourd (9.500 kilos) et de dimensions considérables (5 m.41 de long, 2 m. 17 de large et 2 m. 80 de haut). Il a été construit à plusieurs fins. Prêt à fonctionner, il est flanqué, à droite et à gauche, d'une tente abritant un appareil à doucher de 28 pommes d'aspersion. L'installation demande deux heures et exige 30 hommes, la mise en marche quarante minutes.

Le chauffage se fait au moyen de charbon. On peut doucher 200 hommes par heure, soit l'effectif d'un bataillon par jour, à raison de sept minutes et de 5 litres d'eau par homme. A cause de la grande quantité d'eau qu'exige l'appareil (2.500 litres d'eau pour un bataillon), il faut installer le camion près d'une source abondante.

Ce camion possède encore 2 étuves à désinfection, 6 lessiveuses, 1 essoreuse et 1 séchoir pour le linge de corps. Les lessiveuses sont chauffées à l'aide d'un jet de vapeur amené par des tubes fixés sur les parties latérales de la chaudière. L'étuve à désinfection et les lessiveuses rendent de grands services en débarrassant des parasites qu'ils ont recueillis aux tranchées les hommes qui peuvent prendre leur douche pendant que leurs vêtements sont désinfectés. On sait, en effet, que le douchage et le changement de linge peuvent seuls amener un résultat efficace quand on veut se débarrasser de la vermine. En faisant l'un sans l'autre, le résultat est forcément négatif.

Grâce à la disposition du camion-douche, cette opération est menée à bonne fin.

La question des parasites nous amène à parler de l'épouillage qui constitue un problème important de l'hygiène aux armées. Les poux occasionnent des démangeaisons qui deviennent rapidement intolérables. Cet inconvénient, léger en lui-même, par sa répétition peut donner de sérieuses lésions de grattage.

En outre, les poux constituent un danger très important puisqu'ils sont les agents de transmission du typhus exanthématique et de la fièvre récurrente.

Les poux résistent bien, en général, aux agents de désinfection. On en connaît trois espèces : le *pediculus capitis* ou pou de tête, le plus résistant de tous ; pour s'en débarrasser complètement, il ne suffit pas de tuer les adultes, il faut aussi détruire les œufs qui adhèrent fortement aux cheveux. Ainsi explique-t-on la réapparition du parasite peu de temps après une désinfection incomplète. Le pou du « pubis », *phtirius inguinalis*, est facilement tué par les antiseptiques. Il en est de même du pou de corps : *pediculis vestimenti ;* celui-ci est moins facilement atteint parce qu'il vit caché dans les plis de chemise, dans les habits, à l'intérieur des coutures, au niveau des doublures de poche sans jamais quitter les sous-vêtements auxquels il reste accroché par ses ongles puissants ; il s'incurve à demi pour sucer le sang de son hôte.

Shipley, naturaliste anglais, a fait d'intéressantes constatations sur les mœurs du *pediculus vestimenti*. Il a remarqué que ce parasite ne peut vivre qu'au milieu de l'atmosphère que lui créent les émanations du corps.

Il en a réussi plusieurs élevages, grâce à l'ingénieux dispositif suivant : il a placé le parasite avec un morceau de flanelle usagé dans un tube de verre fermé aux deux extrémités par de simples tampons de coton. Le tout était porté dans une poche inté-

rieure pour permettre aux émanations humaines de traverser l'habitation du parasite. Ces élevages ont permis à Shipley de calculer que les descendants d'un seul parasite femelle pouvaient atteindre en un mois et demi le nombre de 1.500. Bien plus, il remarqua que, dans certaines conditions défavorables, les mêmes œufs peuvent éclore au bout de quarante jours seulement ; ce qui explique la réapparition à long terme de parasites nouveaux qu'on croyait détruits avec les œufs.

Nous citerons aussi comme très instructives les expériences faites par Labbé et Wahl au sujet de l'action des différentes substances insecticides.

Les antiseptiques, volatils pour la plupart, commencent par immobiliser le parasite, et celui ci ne meurt que si l'action du produit est prolongée. Les auteurs distinguent donc pour chaque substance un « pouvoir immobilisant » (mesuré par le temps nécessaire à l'immobilisation) et un « pouvoir mortel » (caractérisé par le temps nécessaire pour que l'insecte soit tué). Ce dernier seul est important, car toute substance qui n'est pas douée d'un tel pouvoir ne peut désinfecter les vêtements. Certaines substances sont douées d'un pouvoir immobilisant puissant alors qu'elles ont un faible pouvoir mortel. Tels sont la benzine, le chloroforme. Par contre, les corps qui possèdent une fonction acide ou phénol sont très actifs.

De tous, celui qui a le pouvoir immobilisant et le pouvoir mortel les plus élevés, c'est l'anisol ou

éther mixte méthylphénilique. Son action insecticide a été découverte fortuitement par le professeur Frænkel qui, expérimentant les différents remèdes recommandés contre les poux de vêtements constata que les meilleurs résultats étaient dus non pas à l'essence d'anis dont il voulait se servir, mais à l'anisol que le garçon de laboratoire lui avait donné par suite d'une erreur de lecture.

Une goutte d'anisol dans un récipient de 700 centimètres cubes immobilise le pou en quatre minutes cinquante secondes et le tue en dix-huit minutes.

Les essences sont aussi très actives, et nous attirons l'attention sur l'essence de citronnelle et sur l'essence de Lemon-Grass, extraite d'une herbe qui croît en abondance dans les Indes Orientales.

Le formol tue assez rapidement les parasites immergés. Mais son emploi est à rejeter tant il provoque d'irritations au niveau de la peau et des muqueuses.

Au contraire, l'anisol, les essences de Lemon-Grass et de citronnelle ne sont pas irritantes. De plus elles sont d'un prix de revient peu élevé. Elles ne sont pas inflammables, et elles sont très efficaces même en solution très diluée.

Pour se débarrasser complètement des parasites il faut les détruire : 1° sur l'homme ; 2° dans les vêtements.

Pour les poux de tête, il faut couper les cheveux ras et enduire le cuir chevelu avec l'une des substances suivantes :

Mélange à parties égales de pétrole et d'huile d'olive ;

Alcool camphré ;

Huile camphrée ;

Liqueur de Van Swieten additionnée de 100 gr. de vinaigre par litre.

Le plus efficace de tous comme nous venons de le voir est l'anisol dont la solution à employer de préférence est la suivante :

Anisol 5 grammes.

Alcool à 90 degrés : 46 grammes ;

Eau : 50 grammes ;

Laisser un certain temps en contact avec la partie frottée le linge qui a servi à la friction. Faire suivre la friction d'un nettoyage soigneux au savon et à l'eau. Avoir soin de brûler les cheveux coupés pour éviter la dissémination des lentes.

Pour le *pediculus vestimenti*, qui ne reste jamais sur le corps, il y a surtout lieu de désinfecter les vêtements. A ce sujet, l'étuve Geneste-Herscher, celle du camion-douche automobile seront à utiliser quand on le pourra. La sulfuration en chambre close est aussi active. Mais, à leur défaut, la solution d'anisol est très efficace. Il suffit d'asperger avec soin les vêtements et de les enfermer dans une caisse bien étanche et bien fermée pour éviter la diffusion des vapeurs d'anisol dans l'atmosphère.

Au bout de deux heures, les vêtements retirés et secoués sont complètement débarrassés des parasites et en état d'être réendossés aussitôt.

L'acariose a pris dans certaines unités une extension considérable. Des formations sanitaires possèdent des services spécialement aménagés pour lutter contre la gale. Les malades passent dans la salle de bains-douches où on leur fait une frotte. Puis on les enduit de pommade d'Helmerich et on leur donne des vêtements propres, les leurs étant soumis à la désinfection. Vingt-quatre heures après, on leur donne un bain sulfureux et leurs vêtements désinfectés leur sont rendus.

CHAPITRE IV

PROPHYLAXIE DES MALADIES CONTAGIEUSES

Nous avons vu les soins que nécessite l'hygiène individuelle des hommes. Il nous reste à exposer les mesures qu'exige leur hygiène collective.

La surveillance du médecin au cantonnement aura à s'exercer dès l'arrivée des hommes. Il assistera à leur installation. Il s'efforcera ensuite, pendant tout leur séjour, de les préserver des maladies épidémiques.

Nous ne nous étendrons pas longtemps sur la répartition du cantonnement ; cette question intéressant surtout le commandement. L'action du Service de Santé pourra cependant, là encore, s'exercer d'une façon efficace. Il aura à indiquer les régions du cantonnement particulièrement insalubres où il est préférable de ne pas loger les hommes.

Nous avons pu observer, dans un village de la Meuse, à H..., les faits suivants qui sont, à cet égard, particulièrement instructifs. Ce village se composait d'une longue rue grimpant le long d'un coteau. A l'extrémité, la plus basse de cette rue s'embranchait

une seconde rue plus petite. Tout le long de la rue principale, un égoût fermé recueillait les eaux usées des habitations. Cet égoût se continuait dans la rue secondaire par un ruisseau couvert en partie seulement, qui allait se jeter dans un cours d'eau voisin en passant sous une maison.

Autant la rue principale était propre, autant la seconde était sale, humide, remplie de fumier, de mares stagnantes. Le cantonnement de H... fut occupé par un bataillon d'instruction. Trois compagnies furent logées dans la rue principale. La quatrième se vit attribuer la rue secondaire. Quelque temps après l'arrivée du bataillon, une épidémie de diphtérie se déclara chez les hommes. Elle atteignit d'abord indistinctement tout l'effectif, puis se cantonna, en dépit de toutes les mesures prises, dans la 4e compagnie, celle qui occupait la partie insalubre du cantonnement. Il suffit de déplacer cette unité et de la loger dans la rue principale pour voir immédiatement cesser définitivement l'épidémie. Ce simple exemple prouve à quel point sont nécessaires les mesures journalières d'assainissement d'un cantonnement, la propreté du milieu extérieur n'étant pas moins utile que celle du corps et des vêtements pour mettre les troupes à l'abri des maladies contagieuses.

Nous avons déjà parlé du danger que présentait, pour l'eau de boisson, l'amoncellement des fumiers accumulés dans les milieux ruraux.

Les *mouches* qu'ils attirent sont aussi un danger

constant contre lequel il faut lutter. On devra s'ingénier à détruire ces hôtes des amas de détritus dont nous avons vu le rôle dans la propagation des maladies contagieuses. Les moyens abondent qui ont été préconisés à cette fin.

Les uns s'adressent aux larves qui se développent dans les matières usées en décomposition. En désinfectant et en détruisant ces détritus, on entrave du même coup l'éclosion des larves.

On arrive au même résultat, en empêchant les mouches de venir déposer leurs larves sur ces matériaux; et c'est le moyen le plus généralement employé. On se sert de substances dont l'odeur incommode les mouches et les éloigne. Le crésyl en solution à 3 o/o répandu sur les fumiers, à raison d'une quinzaine de litres par mètre carré, fait fuir les mouches adultes et tue les larves jusque dans la profondeur.

Le sulfate ferrique pulvérisé, ou en solution à 10 o/o, empêche la ponte des insectes ailés venus du dehors.

Un travail intitulé *Delenda est musca*, d'un auteur anonyme, recommande dans le même but l'emploi de l'huile de schiste. En 1905, Bordas et M. le professeur d'Arsonval eurent l'occasion de contrôler la valeur de l'huile de schiste. Les résultats ont été des plus encourageants. Mélangée à parties égales avec de l'eau, c'est le meilleur des insectifuges. En petite quantité, répandue avec un arrosoir pour une meilleure répartition, elle tient les mouches à distance pendant une journée.

Les huiles lourdes de houille, préconisées par le même auteur, ne conviennent pas pour les milieux liquides, parce que ces produits plus lourds que l'eau ne surnagent pas et ne jouent plus le rôle des huiles de schiste qui, plus légères, demeurent à la surface et asphyxient les larves tout en écartant par leur odeur spéciale les mouches pondeuses.

M. Bordas avec M. Pottevin conseille, au lieu des huiles lourdes de houille, d'employer des huiles résiduelles de goudron, c'est-à-dire débarrassées de leur naphtaline et de leur fonction phénol, et additionnées de résinate de soude. Par leur mélange à l'eau, à raison de 25 o/o, elles donnent une émulsion particulière qui éloigne les insectes.

Dans les habitations, on préservera le pain et les aliments en les recouvrant de toiles métalliques, et on en détruira les mouches en disposant des récipients contenant du lait formolé.

Dans le même ordre d'idées, les fosses à purin, leurs abords, les caniveaux et rigoles qui en dérivent seront arrosés de crésyl pur. Même pratique pour les fosses où doivent être versées les eaux grasses. Dans les feuillées dont nous avons déjà longuement parlé, l'huile lourde de houille sera projetée sur les matières, les parois des feuillées et leurs abords. Avant de les combler, on projettera quelques poignées de sulfate ferrique en poudre.

On pourra désinfecter les latrines journellement, et mieux plusieurs fois par jour avec le mélange suivant :

Sulfate ferrique.....	2 kgr. 500
Huile lourde de houille.....	500 cmc.
Eau.....	10 litres

L'attention se portera aussi sur les mares, les étangs où vivent des larves de moustiques. On les détruira en pétrolant toutes les eaux stagnantes à raison de 15 centimètres cubes de pétrole par mètre carré. Le pétrole, plus léger que l'eau, agit grâce au voile ininterrompu qu'il forme à la surface et qui asphyxie les larves en les privant d'air.

Dans les centres d'abat, on arrosera de sulfate ferrique à 10 o/o la terre imprégnée de fiente et d'urine des parcs à bestiaux et le sol des places de dépouillement.

L'application stricte de ces mesures sera d'un grand secours contre la propagation des maladies épidémiques. Mais là ne doit pas se borner l'action du médecin-chef d'un cantonnement. La contagion interhumaine retiendra aussi son attention.

Son premier devoir sera de connaître exactement l'endroit où sont logées les différentes unités dont il a le soin. Dans ce but il devra faire dresser un *plan exact du village* portant l'indication de chaque maison, de chaque grange occupées par les hommes. Une lettre ou un numéro sera apposé sur chacun de ces immeubles et reporté sur le plan. Un répertoire permettra de cette façon de savoir où est logée telle escouade de telle compagnie. Dès qu'un cas de maladie contagieuse lui sera signalé le médecin pourra ainsi prendre rapidement et complètement les mesu-

res de désinfection indiquées. Il signale en outre sur son plan, par un signe conventionnel, la nature de la maladie qui a motivé ces mesures. Il pourra ensuite voir facilement si les cas se multiplient, s'il y a un foyer épidémique en tel ou tel point du cantonnement et agir en conséquence.

Dans le même ordre d'idées, signalons encore le soin tout particulier qui doit procéder au choix de l'emplacement et à l'installation de *l'infirmerie* du cantonnement.

Cette infirmerie devra comprendre des locaux d'isolement et sera autant que possible éloignée elle-même des bâtiments occupés par la troupe.

Il est, en effet, d'un intérêt primordial de soustraire au contact de ses camarades tout homme présentant des symptômes même frustes d'une maladie contagieuse et ceci ne peut se faire que si, à l'infirmerie, des chambres assez nombreuses ont été réservées pour l'isolement des hommes ainsi déclarés suspects.

L'isolement hâtif du premier cas de maladie contagieuse doit être complété par des mesures de désinfection aussi précoces que possible : désinfection du bâtiment où était logé l'homme, désinfection de ses effets. La désinfection du cantonnement sera facilement réalisée par des pulvérisations au formol. La même pratique sera suffisante pour les effets du malade. Il est possible aussi, quand le séjour d'une unité dans un village se prolonge, d'aménager une

chambre de désinfection où pourront être employées les vapeurs de formol.

M. le médecin-inspecteur Lemoine indique dans son *Traité d'Hygiène* les quantités de formol à employer pour la désinfection. De nombreuses expériences lui ont montré qu'il y avait lieu d'utiliser une solution à 1 gr. 5 d'aldehyde formique obtenue en mélangeant 30 centimètres cubes de formol du commerce à 970 centimètres cubes d'eau.

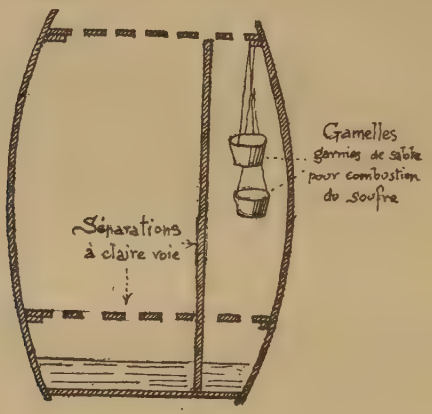
Il faudra tout au moins installer à l'infirmerie un appareil de sulfuration. Le formol en vapeur ne détruit pas les insectes ; les vapeurs d'anhydride sulfureux, au contraire, sont particulièrement actives vis-à-vis de ce parasite de cette nature.

Des modèles d'appareils à sulfuration ont été proposés. Tous sont très ingénieux et peuvent être utilisés parfaitement. Nous signalerons le suivant qui nous paraît particulièrement simple et pratique. (fig. 13).

Un tonneau de un demi-muid défoncé est placé verticalement, l'extrémité ouverte en haut ; il est divisé en trois compartiments par deux cloisons : l'une horizontale à claire-voie est située à quelques centimètres du fond, délimitant un compartiment inférieur dans lequel on verse de l'eau ; l'autre verticale, également à claire-voie, divise l'intérieur du tonneau en deux chambres d'inégale capacité. Dans la plus petite est suspendue une gamelle où se fera la combustion du soufre. Enfin un couvercle mobile à claire-voie ferme le tonneau et sert à suspendre les effets. Les effets,

pour être bien désinfectés, doivent être placés verticalement et non comprimés.

Cet appareil très simple permettra de désinfecter les effets, les couvertures, les paillassons de tous



APPAREIL À SULFURATION IMPROVISÉ

Fig. 13

les hommes, même non malades, reconnus porteurs de poux.

Dans les *lignes de combat* les hommes s'efforceront d'assainir leurs tranchées autant qu'ils le pourront ; ils creuseront des caniveaux en utilisant les pentes de terrain pour l'écoulement des eaux. En différents secteurs les tranchées sont drainées, les tuyaux placés bout à bout sont recouverts de claies en bois (fig. 14). Les hommes évitent ainsi de vivre continuellement les pieds dans l'eau ou la boue.

Les mouches, dont nous connaissons le rôle nocif, et qui vivent nombreuses sur les détritus, seront détruites en aspergeant les matières en putréfaction avec une solution d'huile de schiste, de luséol, ou d'huile résiduelle de goudron au résinate de soude.

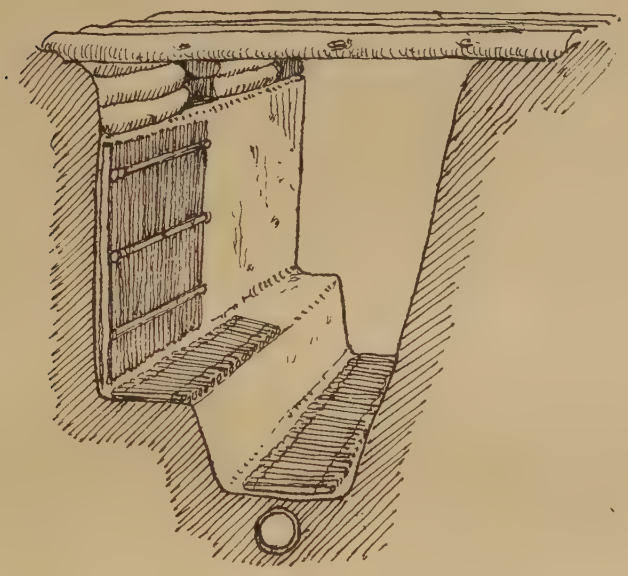


Fig. 14. — Assèchement des Tranchées

Nous avons vu les dispositions à prendre pour conjurer le danger que faisaient courir les fèces et les détritus. Il est un autre danger que le soldat doit écarter: c'est le voisinage des rats.

Ces rongeurs eurent vite peuplé les tranchées dont ils incommodent les habitants. Dangereux par les parasites qu'ils portent, ils le sont aussi par leurs cadavres qui infectent les boyaux.

L'autorité militaire sest émue de cet état de choses

et a prescrit la dératisation dans tous les secteurs. Elle a encouragé la destruction de ces rongeurs en accordant une prime de 5 centimes par rat tué et en dotant certaines unités de chiens ratiers.

Des cours ont été institués à l'Institut Pasteur pour enseigner les procédés de dératisation, et les trois produits qui furent conseillés sont :

1° L'extrait de scille ;

2° Le virus de Danysz ;

3° Le sulfure de carbone.

L'extrait de scille est un glucoside mortel pour le rat, mais non toxique pour les grands animaux. Il est très fermentescible et doit être toujours employé frais. Pour l'utiliser on mélange une des bouteilles d'extrait envoyées par l'Institut Pasteur avec deux litres de lait sucré et on imbibe de ce mélange du pain qui servira d'appât.

Les vapeurs de *sulfure de carbone* sont extrêmement toxiques pour les rats. Quelques centimètres cubes de ce produit déposés sur un tampon de coton et introduits dans un terrier que l'on bouche tuent les habitants en quelques minutes. Il devra être employé avec précaution, car il est très inflammable.

Le virus de Danysz consiste en une culture de typhi murium, bacille de la septicémie de la souris. C'est un microbe du groupe des Salmonelloses, intermédiaire entre le bacille paratyphoïde A et le bacille de Gaertner. Il n'est pas dangereux pour l'homme, mais Danysz ne peut pas affirmer qu'après un passage dans le corps du rongeur ce virus ne puisse,

par exaltation de sa virulence, acquérir un pouvoir pathogène. Il faut donc l'utiliser avec prudence et dans les endroits seulement où les aliments destinés à l'homme pourront être mis à l'abri des déjections des rongeurs infectés.

Son emploi est encore limité par ce fait que l'Institut Pasteur ne peut fournir que des cultures mères sur gélose qu'il faut repiquer dans 250 centimètres cubes de bouillon vingt-quatre heures avant de s'en servir. On dilue la nouvelle culture dans 10 litres d'eau dont on imprègne le pain ou le grain qui servira d'appât.

Le virus Danysz n'étant pas tout à fait exempt de danger, on s'est borné à l'emploi de la Scillitine et du sulfure de carbone. Quelques jours avant de s'en servir, on met dans des endroits repérés des appâts quotidiens. Lorsque les rats ont l'habitude d'y venir, on place les produits toxiques incorporés dans du pain ou du grain. On arrive ainsi à détruire en une nuit 90 o/o des rongeurs. Pour être réellement efficace, la dératisation doit s'adresser à toute une région en même temps et s'étendre aussitôt aux régions voisines pour éviter le repeuplement des places traitées.

Au moment de terminer ces quelques considérations sur l'hygiène de l'armée en campagne et avant d'indiquer les conclusions générales que nous avons

pensé pouvoir en tirer nous voudrions exposer un desideratum dont la réalisation nous paraîtrait particulièrement utile.

Les troupes se succèdent dans les cantonnements. Chacune s'efforce d'en améliorer les conditions hygiéniques. Tous ces efforts gagneraient à être dirigés suivant un plan commun.

Dans ce but, nous voudrions voir établir pour chaque commune occupée par la troupe une sorte de *cahier de cantonnement* analogue au cahier de casernement des garnisons du temps de paix.

Dans ce cahier, qui serait déposé à la mairie, chaque médecin-chef de cantonnement indiquerait tous les renseignements concernant l'hygiène qu'il aurait pu réunir au cours de son séjour.

Ces renseignements seraient rassemblés dans un certain nombre de chapitres.

L'eau

Nature du sol. Nombre des points d'eau.

Résultats des analyses chimiques et bactériologiques avec la date où elles ont été effectuées, les circonstances atmosphériques du jour du prélèvement et des jours précédents.

Les matières usées

Emplacement des feuillées. Difficultés rencontrées dans leur établissement. Proximité de la nappe d'eau.

Sol perméable ou non. Emplacement du four à incinérer.

L'épidémiologie

Maladies contagieuses. Énumération des locaux contaminés.

A ce registre serait adjoint un plan donnant l'indication des sources et des fontaines, des locaux contaminés (avec le genre de maladie)...

CONCLUSIONS

Plus encore qu'en temps de paix, le rôle de l'hygiéniste militaire est, en campagne, d'une importance considérable.

Conseiller du commandement pour toutes les mesures qui concernent la conservation de la santé des troupes, il en surveille et contrôle l'exécution. Son action s'étend à toutes les circonstances de la vie militaire.

Au cantonnement et aux tranchées, son attention se portera plus particulièrement sur les points suivants :

I. — Eau d'alimentation

1° Elle devra être distribuée partout en *quantité* suffisante. Les points d'eau existants seront recherchés. Une étude géologique indiquera l'emplacement où il conviendra de creuser des puits ou des forages nouveaux. Des canalisations, des transports par voie ferrée, par voitures ou par canaux, amèneront l'eau dans les régions qui en sont dépourvues et dans les tranchées.

2° Elle sera livrée à la consommation aussi *pure* que possible. Dans ce but, toutes les eaux seront analysées au double point de vue chimique et bactériologique, et les renseignements de ces analyses seront complétés par ceux d'une enquête hygiénique et épidémiologique. L'usage des eaux mauvaises sera interdit ; on cherchera à améliorer les eaux douteuses en modifiant leur captage. On stérilisera toutes les eaux mauvaises ou douteuses.

Le procédé de stérilisation le plus simple et le meilleur est la javellisation. Cette épuration peut se faire dans des récipients quelconques ; le mieux est d'avoir recours à des tonneaux enduits de brai de résine. La quantité d'eau de Javel employée doit être telle qu'après la stérilisation il reste un à deux dixièmes de milligrammes de chlore libre par litre d'eau.

Les voitures-filtres du Touring-Club et les voitures Ransome à sable mouvant sont aussi d'un emploi efficace.

II. — Matières usées

Tous les déchets organiques de la vie sont particulièrement dangereux pour les armées en campagne, qui réunissent sur des espaces restreints des effectifs considérables.

Dans les cantonnements et dans les tranchées, ces déchets devront être détruits ou désinfectés. Il y aura lieu d'envisager :

1° L'éloignement des matières fécales, que l'on

obtiendra par l'usage des feuillées réglementaires ou modifiées, soigneusement désinfectées, et l'emploi particulièrement recommandable de la feuillée-fosse Bué où les matières fécales subissent un contact de six heures au moins avec un antiseptique liquide avant d'être enfouies ;

2° L'incinération des ordures ménagères qui se fera dans des fours (fours Indiens, en briques) ;

3° L'inhumation ou l'incinération des cadavres d'hommes ou d'animaux. L'inhumation, quand elle est possible, doit être préférée pour les cadavres humains ; l'incinération pour les cadavres d'animaux et les déchets d'abattoir. Ce dernier procédé a l'inconvénient d'être coûteux.

III. — L'Hygiène individuelle des troupes

Il faudra veiller à la *propreté* de l'homme. Au cantonnement, l'installation de bains-douches est indispensable.

On surveillera *l'habillement* en prenant un soin particulier du lavage des sous-vêtements, du port de la ceinture de flanelle. Il est à recommander pour les tranchées que les vêtements soient imperméabilisés ; que les hommes portent des chaussettes de laine et des bottes imperméables dans les régions humides, et en hiver quand les gelures sont fréquentes.

Le *couchage* retiendra aussi l'attention de l'hygiéniste. Chaque fois que le séjour au cantonnement se prolongera, on installera des couchettes ou des lits. Le modèle de lit improvisé du capitaine Paris est à

recommander, celui aussi du laboratoire de la n° armée.

L'*alimentation* sera l'objet constant des préoccupations du médecin militaire. Il cherchera à faire varier les menus en y introduisant largement des légumes frais qui corrigeront les inconvénients bien connus d'une alimentation trop carnée. Il fera faire de fréquentes analyses des denrées alimentaires pour éviter les fraudes souvent préjudiciables à la santé des hommes.

IV. — L'Hygiène collective des hommes

Toutes les mesures de prophylaxie des affections contagieuses seront prises et leur application étroitement surveillée. Dans cet ordre d'idées nous insisterons sur :

a) La répartition des diverses parties du cantonnement. Il faudra dans la mesure du possible interdire l'occupation de tous les quartiers insalubres ;

b) La mise en état de propreté constante de toutes les parties du cantonnement, par l'éloignement des fumiers et l'incinération des amas de détritus, par la lutte contre les mouches et les larves de moustiques ;

c) L'installation d'une infirmerie avec locaux d'isolement ;

d) L'établissement d'un plan détaillé du cantonnement mentionnant l'emplacement de chaque unité et de tous les cas d'affections épidémiques constatées ;

e) La tenue d'un cahier de cantonnement ;

f) L'isolement précoce des premiers cas de maladies contagieuses, la désinfection des locaux et des effets par le formol ou le soufre ;

g) La dératisation, l'assèchement des tranchées.

Vu : le Président de la thèse,
A. ROBIN

Vu : le Doyen,
LANDOUZY

Vu et permis d'imprimer :
Le Recteur
LIARD

BIBLIOGRAPHIE

Bordas. — Assainissement des cantonnements et des champs de bataille (Académie des Sciences, séance du 7 juin 1915).

Bruère (Samuel). — Stérilisation de l'eau par le soldat lui-même (Paris médical, 16 janvier 1915).

Bué. — La « Feuillée-fosse ». Système hygiénique de collectionnement et d'évacuation des excréments (Archives de Médecine et de Pharmacie militaire, décembre 1915).

Colmet d'Aage. — Note sur le fonctionnement du Service des Eaux de juin à octobre 1915.

Dor. — Rapport sur un établissement de bains-douches et sur la construction d'un four crématoire à Rouvaux.

Garret. — Méthode pour rendre pratique l'épuration chimique de l'eau dans les régiments en marche (Archives de Médecine et de Pharmacie militaire, août 1915).

Gouzien. — Rapport du 26 septembre 1915.

— Rapport sur le fonctionnement du camion-douche automobile.

— Rapport sur l'état sanitaire du corps d'armée, 23 juillet 1915.

Labbé et *Wahl* (M). — Les Poux, leur destruction, procédés divers et mode d'action (Paris médical, 6 nov. 1915).

Lemoine (G.-H.) — Traité d'hygiène militaire.

— Installation urbaine de distribution d'eau dans les tranchées (Paris médical, avril 1916).

Laboratoire et section d'hygiène de la n° armée. Rapport sur la construction d'un four à incinérer les abats. — Rapport sur la construction d'un four à incinérer les

chevaux. — Compte rendu des travaux d'hygiène effectués du 1er mai au 1er juin 1915. — Vingt-trois rapports sur l'assainissement des cantomennents de la ne armée. — Note sur un appareil de stérilisation de l'eau en campagne par les hypochlorites.

Le Roy. — L'Imperméabilisation des vêtements militaires (Archives de Médecine et de Pharmacie militaire, août 1915).

Matignon. — Un système simple de bains-douches en campagne.

Pretet. — Note sur l'assainissement d'un village.

Remlinger. — Rapport sur les expériences de javellisation d'eau effectuées en Argonne, 1916.

Sarramon. — Compte rendu sur la détermination des points d'eau du secteur, no 25, septembre 1915.

Terni. — Il Margagni, 2 décembre 1915, no 68, p. 1073.

Vachez. — Remarques sur l'installation des feuillées dans les cantonnements et les tranchées (Archives de Médecine et de Pharmacie militaire, août 1915).

G. Q. G., no 1243 D/A. — Organisation de convois d'eau dans les trains de combats des unités.

— No 9496/S : Sur le fonctionnement et la surveillance des voitures filtres du Touring-Club.

— No 1178/S, 23 décembre 1914 : Note sur la désinfection.

— No 165/S, 4 novembre 1914 : Instruction sur l'hygiène générale.

— No 247 D/A, 24 avril 1915 : Incinération des détritus.

— No 870/S, 26 juillet 1915 : Note sur l'épuration de l'eau.

— No 6004 D/A : Instruction complémentaire relative aux précautions à prendre contre la contamination des eaux de boisson.

— No 165/S, 4 novembre 1914 : Instruction sur l'hygiène générale des troupes.

— No 7.699/S, 2 juin 1915 : Instruction concernant la lutte contre les mouches.

Imp. de la Faculté de Méd. JOUVE et Cie, 15 rue Racine — 3113-96